

338 06
P964

Trabajo presentado por Chile a
la 2ª Reunión Interamericana de
Capacitación en la Industria
de la Construcción

338.4569
P811
P
CA

promovida por la
"Federación Interamericana de la Industria de la Construcción - F.I.I.C."

y realizada por la
"Cámara Brasileira de la Industria de la Construcción",
en Río de Janeiro - Brasil
del 4 al 6 de Octubre de 1989

Programa de Mejoramiento de
la Productividad en la Construcción

Corporación de Capacitación de la
Construcción
Santiago - Chile



DICTUC

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS

VICURA MACKENNA 4060 — CASILLA 6177 — SANTIAGO

TELEFONOS: 5511667 · 5550058 ANEXO 4703

PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

INFORME DE INVESTIGACION

PROYECTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION
CENTRO DOCUMENTACION

- 994 -

AGOSTO 1989

AUSPICIA :



CORPORACION DE CAPACITACION
DE LA CONSTRUCCION

INDICE

- I. INTRODUCCION
- II. INVESTIGACION TEORICA
 - 2.1 Estudio de Antecedentes Bibliográficos
 - 2.2 Estudio de Necesidades de equipos
 - 2.3 Adaptación y Desarrollo de Software
 - 2.4 Establecimiento de Contactos con Universidades Extranjeras
- III. INVESTIGACION PRACTICA
- IV. AREAS DE INVESTIGACION
 - 4.1 Programa de Mejoramiento de la Productividad
 - 4.2 Estructura Organizacional del Proyecto de Investigación
 - 4.3 Relación de los PMP con las otras áreas
 - 4.4 Estudio Motivacional de los trabajadores de la Construcción
 - 4.5 Análisis de Operaciones y Estudio de Métodos
 - 4.6 Utilización de Videos Interactivos para el Análisis de Operaciones
 - 4.7 Desarrollo de Aplicaciones de Sistemas Expertos
- V. APLICACIONES PRACTICAS
 - 5.1 Sistema de Control de la Productividad
 - 5.2 Análisis de Operaciones de Construcción
 - 5.3 Estudio del Caso "TORRE INTERAMERICANA"
- VI. DIFUSION Y CAPACITACION
- VII. RESUMEN
- VIII. IMPACTO ECONOMICO DE MEJORAS EN LA PRODUCTIVIDAD
- IX. CONCLUSIONES
- X. ANEXOS

La construcción es una actividad que, especialmente en nuestro país, presenta un gran potencial para el logro de mejoras en la eficiencia y la productividad. Gran parte de esta actividad se desarrolla en forma sumamente artesanal, los cambios tecnológicos tardan mucho tiempo en beneficiar los trabajos que se realizan en la construcción. En general, no existe una clara conciencia de la necesidad de optimizar el uso de los recursos, existiendo una gran resistencia a los cambios, especialmente en lo que se refiere al trabajo realizado en terreno.

Los profesionales de la construcción, una vez formados e integrados al mundo laboral, tienden a enfatizar otros aspectos de su actividad profesional, especialmente aquellos de carácter más administrativo y, en general, descuidan la organización de los trabajos y métodos de construcción. Esto último, generalmente queda en manos de los prácticos de la construcción, capataces y jefes de obra, que aunque muy experimentados no siempre cuentan con la capacitación necesaria en productividad, para realizar una optimización de los procesos productivos, y generalmente se tiende a continuar con métodos y usos tradicionales, con muy poco lugar a la innovación.

Las actividades que se describen más adelante forman parte de una investigación en productividad, que se realiza en un esfuerzo conjunto del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, DICTUC, y la Corporación de Capacitación de la Construcción, con el fin de optimizar la producción en operaciones de construcción, en cuanto a costo, calidad y plazos de ejecución. Los objetivos de este estudio son adaptar y desarrollar herramientas de mejoramiento de productividad, poniendo en marcha un Programa de Mejoramiento de Productividad en obras de construcción; desarrollando nuevas herramientas, métodos y equipos que faciliten el análisis y la solución de los problemas. Al mismo tiempo, se pretende estudiar ciertos procesos, de gran impacto en la construcción, con el fin de estandarizarlos y mejorar la tecnología en uso. El desarrollo de la investigación se está realizando en obras reales, trabajando en conjunto con las empresas, lo que permite una transferencia directa de los beneficios de la investigación a la industria de la construcción y al fortalecimiento de vínculos Universidad - Empresas. Adicionalmente, con el fin de lograr una extensión masiva de los resultados de la investigación, se encuentra en elaboración un programa estructurado de difusión, el que está siendo complementado con un programa de capacitación del personal de las empresas del sector construcción.

En forma paralela a la labor de investigación se decidió incorporar, un nuevo servicio destinado especialmente a las empresas constructoras. Este consiste en la realización de una serie de

análisis destinados a aumentar la productividad de las obras de construcción, que asegure un ahorro en la mano de obra.

Las técnicas que se utilizan en la labor de servicio externo, fueron desarrolladas dentro del contexto de la investigación. Así mismo existe un conjunto de técnicas que están en proceso de desarrollo, y en un futuro próximo formarían parte de las aplicaciones prácticas.

II. INVESTIGACION TEORICA

Esta parte del estudio contempló varias actividades, cuyo resultado se describe a continuación:

2.1 Estudio de Antecedentes Bibliográficos

En esta etapa se reunieron y estudiaron los antecedentes bibliográficos sobre productividad y análisis de operaciones de construcción, tanto nacionales como extranjeros, por medio de búsqueda en las principales bibliotecas técnicas de nuestro país y en base de datos internacionales.

La búsqueda en las principales Bibliotecas del país se realizaron en: Biblioteca Nacional, Biblioteca de la Universidad de Chile, Biblioteca de la Universidad de Santiago, Biblioteca de la Universidad Católica de Chile, Biblioteca Endesa, etc. La búsqueda en base de datos internacionales se realizó usando el sistema de consulta de la Biblioteca Central de la Universidad Católica de Chile y se hicieron peticiones directas de búsqueda al profesor Alfredo Serpell, en la Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos. A través del contacto epistolar y telefónico con algunos de los principales investigadores en Estados Unidos se obtuvieron numerosas publicaciones y programas computacionales. Algunos de los profesionales consultados fueron:

David B. Ashley - University of Texas of Austin

Boyd Paulson G. - Teman Engineering Center

Leland S. Miggs - Georgia Institute of Technology

Daniel Halpin - University of Purdue

Ali Touran - Northeastern University

William Addis - University of Reading

Con toda la información recopilada se desarrolló una base de datos computacional de bibliografía relacionada el tema, entre los más importantes se puede mencionar:

- 1.- Tenah, K. A., The Construction Management Process, Prentice Hall, 1985.
- 2.- Sanvido, V.E., Productivity Improvements Programs in Construction, The Construction Institute, TR273, Stanford University, March, 1983.

- 3.- Borcharding, J.D., Palmeto, S.B., y Jansma, G.L., Work Force Management Programs for Increased Productivity and Quality Work, EEI Construction Committee Spring Meeting, April, 1986.
- 4.- Serpell, A., Análisis de Operaciones de Construcción, Departamento Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, PUB. N°ICC-AP-1, 1986.
- 5.- Hendrickson, F.P., The TOPS Program, Proceedings of the Conference on Construction Productivity Improvement, The University of Texas at Austin, Texas, September, 1980.
- 6.- West, W.E., Implementation of SCAT-CAT Program, Proceedings of The Conference on Construction Productivity Improvement, The University of Texas at Austin, Texas, September, 1980.
- 7.- Parker, H.W., y Oglesby, C.H., Methods Improvement for Construction Managers, McGraw Hill, New York, 1972.
- 8.- Thomas, H.R., and Kramer, D.F., The Manual of Construction Productivity Measurement and Performance Evaluation.
- 9.- Work Sampling Can Predict Unit Rate Productivity, Journal of Construction Engineering and Management, Vol 112, N°1, March, 1986.
- 10.- Hayes, W.R., Foreman Delay-Surveys, Proceeding of the Conference on Construction Productivity Improvement, The University of Texas at Austin, Texas, September, 1980.
- 11.- Halpin, D.W., and Woodhead, R.W., Testing of Construction and Process Operations, John Wiley and Sons Inc., New York, 1976.
- 12.- Paulson, B.C., Chan, W.T., and Koo, Ch.C., Construction Operations Simulation by Microcomputer, Final Report for NSF Grant CEE-83-11641, Stanford University, August 31, 1986.
- 13.- Koo, Ch.C., Video-Data Interactive Processing (VIP), Systems User's Guide, Final Report for NSF Grant CEE-83-11641, Stanford University, August 31, 1986.
- 14.- Kalk, A., Insight: Interactive Simulation of Construction Operations Using Graphical Techniques, Final Report for NSF Grant CEE-83-11641, Stanford University, August 31, 1986.
- 15.- Adrian, J.J., Construction Productivity Improvement, Elsevier.
- 16.- Alemany, A., Productividad en Obras de Construcción, Publicación ICC N°11, Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 17.- Oglesby, C., Parker, H. and Howell, G., Productivity Improvement in Construction, McGraw-Hill, 1989.

2.2 **Estudio de necesidades de Equipamiento**

En esta etapa se reunieron antecedentes sobre disponibilidad, uso y costo de equipos para la adquisición, procesamiento y análisis de información en estudios de productividad.

2.3 **Adaptación y Desarrollo de Software**

Junto a la evaluación de equipos se realizó una revisión del software computacional disponible para el análisis de operaciones y estudios de productividad, con el fin de incorporar los desarrollos más recientes en este campo a la investigación propuesta, después de la adaptación a la realidad del país, y se determinaron las necesidades existentes.

2.4 **Establecimiento de Contactos con Universidades Extranjeras**

Con el fin de conseguir la colaboración en la estructuración de la investigación de largo plazo y una posible asesoría, se estableció contacto con las Universidades de Stanford, Texas en Austin, Berkeley en California y el Instituto Tecnológico de Georgia. Con esto se consiguió una cantidad apreciable de material para la investigación y se conoció los trabajos que se realizaban en estos centros de investigación.

En julio de 1986 se contó con la visita del profesor David Ashley, de la Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos, quien colaboró en la definición de las áreas de investigación futura y se discutieron diversos aspectos de la investigación en curso.

III. INVESTIGACION PRACTICA

Como complemento a los estudios señalados anteriormente, se llevó a cabo una investigación de la realidad.

El objetivo de esta investigación complementaria fue concertar la cooperación de las empresas constructoras y realizar estudios preliminares de terreno que permitieron estructurar, con conocimiento de la realidad práctica, las etapas del plan de estudio de productividad; además evaluar con resultados prácticos la presentación tanto de las Universidades extranjeras como a las Empresas Constructoras.

Estas partes de la investigación se llevó a cabo siguiendo las etapas planteadas en el plan piloto las que son:

- Selección de los tipos de construcciones más comunes.
- Determinación de las operaciones por analizar.
- Análisis de las operaciones e introducción de mejoras.
- Desarrollo de un programa de capacitación.

IV. AREAS DE INVESTIGACION

Para el cumplimiento de los objetivos antes señalados se está llevando a cabo un programa de investigación que incluye varias áreas de desarrollo:

- 1) Programas de Mejoramiento de la Productividad (PMP).
- 2) Estudio Motivacional de los Trabajadores.
- 3) Análisis de Operaciones y Estudio de Métodos.
- 4) Uso de Videos Interactivos para el Análisis de Operaciones.
- 5) Desarrollo de Aplicaciones de Sistemas Expertos.

A continuación se describe cada una de las áreas de desarrollo y se ilustra algunas de las posibles aplicaciones.

4.1 Programas de Mejoramiento de la Productividad

Los factores que pueden afectar la productividad son muchos, y actuar sobre todos ellos es casi imposible, más todavía si esto se realiza en forma no sistemática. Esta fue una de las razones que impulsó a ingenieros estadounidenses, a fines de la década del setenta, a integrar una serie de herramientas para el aumento de la productividad, que se utilizaban en forma independiente, en un solo programa coherente, creando los Programas de Mejoramiento de la Productividad (PMP). Un Programa de Mejoramiento de la Productividad (PMP), es un programa estructurado, que facilita el aumento de la productividad de un proyecto mediante: un mejoramiento de los sistemas de información y retroalimentación, un mejoramiento en los sistemas de suministro de recursos y un mejoramiento en los métodos de construcción.(1).

Para desarrollar estos Programas de Mejoramiento de la Productividad, es necesario diseñar una serie de actividades y procedimientos. A continuación se presenta, a modo de ejemplo, algunas de éstas, clasificadas de acuerdo al área de acción de la actividad o procedimiento. Para la selección de las actividades se consideró tanto la experiencia práctica, como el resultado de una serie de mesas redondas con profesionales de la construcción y gerentes de empresas constructoras (1, 2 y 3).

Las áreas de mayor importancia resultaron ser:

1. Actividades motivacionales: programas de reconocimiento, programas de orientación, sistemas de incentivos.

2. Actividades de capacitación: capacitación de los obreros, capacitación de la supervisión.
3. Programas de personal: nueva orientación en las políticas de contratación de la empresa, eliminación de elementos desmotivantes, sistema disciplinario.
4. Mejoramiento de métodos de trabajo: análisis de los métodos utilizados por las cuadrillas mediante el uso de: cartas de balance de la cuadrilla, cartas de proceso, diagramas de flujo, muestreos del trabajo a nivel de la cuadrilla y simulación computacional de los métodos de trabajo.
5. Reducción de esperas: análisis del sistema de aprovisionamiento y distribución de los recursos.
6. Evaluación y retroalimentación: encuestas de detención a los capataces, cuestionarios a los capataces y a los obreros, muestreos del trabajo.
7. Compromiso gerencial: sistemas de comunicación, reuniones periódicas.

4.2 Estructura organizacional del Proyecto de Investigación

Para el desarrollo de la Investigación, la estructura organizacional se basa en el siguiente esquema.

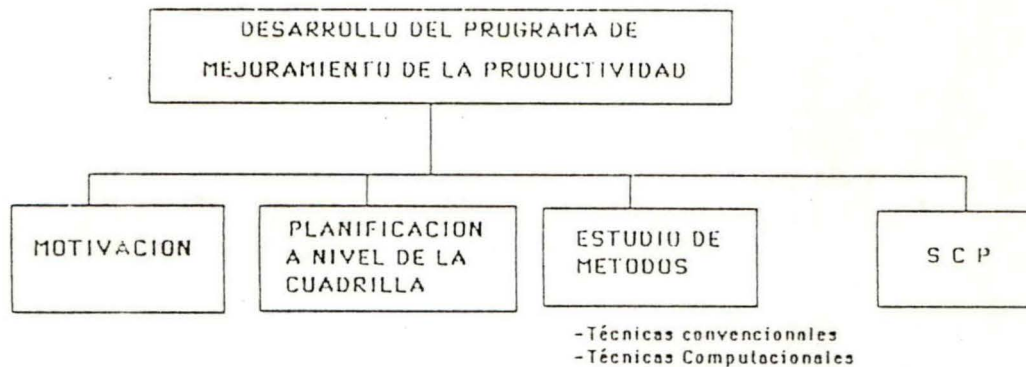


Fig. N°1.-Estructura organizacional.

Y los recursos humanos ocupados son los siguientes:

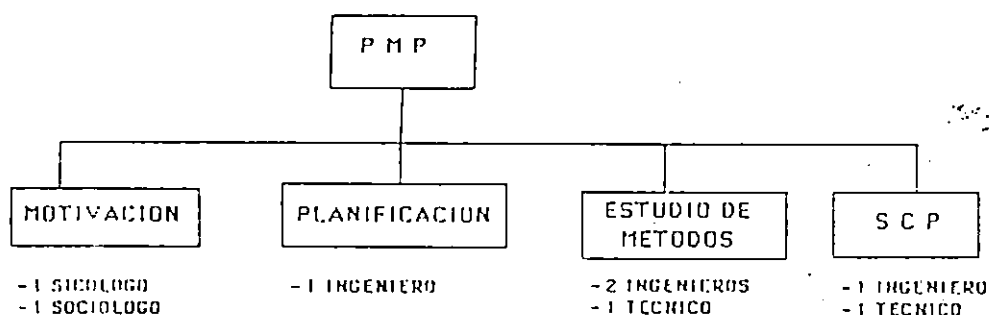


Fig. N°2.- Disposición de los recursos humanos

Coordinando lo anterior trabajan el Director Ejecutivo de la Corporación de Capacitación de la Construcción y un profesor del Departamento de Ingeniería de Construcción de la Pontificia Universidad Católica.

4.3 Relación de los PMP con las otras áreas

Dentro del Programa de Investigaciones en Productividad, la realización de PMP en obras específicas constituye el nexo permanente de contacto con la realidad profesional y un excelente puente de traspaso directo de conocimientos y tecnología a los profesionales del medio, lo que permite un enriquecimiento mutuo de profesionales de la práctica e investigadores.

Además del beneficio directo logrado a través de aumentos de la productividad en las obras objeto de estudio, durante el desarrollo de los PMP es posible probar en la práctica los desarrollos de las otras áreas de la investigación, perfeccionarlos y modificarlos en caso que sea necesario. Al mismo tiempo, es posible detectar las necesidades existentes y proponer soluciones de real utilidad. La experiencia e información recogida durante la realización de los estudios permite acumular una valiosa información acerca de métodos, rendimientos, productividad de diversas operaciones, etc, la que está siendo almacenada en bases de datos con información estadística y de video, que podrá ser utilizada en estudios futuros.

En general, las distintas áreas de investigación indicadas en el punto IV están destinadas al desarrollo de herramientas que faciliten el estudio y solución de problemas de productividad, aplicables a un PMP. En algunos casos se pretende incorporar desarrollos tecnológicos recientes al análisis y al estudio de problemas de productividad, y en otras, se pretende además obtener información útil y válida para un análisis global de los problemas. Sin perjuicio de lo anterior, cada una de las áreas de investigación, por sí sola, es sumamente amplia y su potencial de aplicaciones escapa al campo específico de los estudios de productividad, razón por la cual no es posible considerarlas como un subconjunto de los PMP.

4.4 Estudio Motivacional de los Trabajadores de la Construcción

La consideración del factor humano es muy importante para un tratamiento integral de los problemas de productividad, por este motivo se contempla la realización de una investigación que permita conocer los factores que condicionan la motivación de los trabajadores chilenos, junto con desarrollar una serie de actividades que generen importantes mejoras en la motivación de los obreros. Para esto se realizó un estudio que permitió detectar el grado de satisfacción que manifiestan los trabajadores de la construcción, hacia diversos aspectos que están presentes en la situación de trabajo. La información obtenida en este estudio sirve de base para un segundo estudio, que tiene como objetivo principal desarrollar una metodología que permita determinar el perfil motivacional de una obra, compararlo con un perfil óptimo y en base a esto, sugerir una serie de actividades con el fin de acercar el perfil real al perfil óptimo, ver anexo N°2

La difusión de los resultados del estudio y sus recomendaciones permitirá a los supervisores mejorar la relación con sus trabajadores, escoger incentivos más adecuados, y en general, mejorar la productividad a través de una mayor motivación de los trabajadores. Adicionalmente, la información recogida podría contribuir a reconocer y solucionar una serie de problemas sociales, que condicionan el sentir y actuar de los trabajadores, como individuos.

4.5 Análisis de Operaciones y Estudios de Métodos

El análisis de operaciones y estudio de métodos consiste en la aplicación de técnicas que permiten el estudio sistemático de la manera en que se realizan los trabajos, analizando distintas opciones y evaluando la eficiencia de cada una. Tradicionalmente se han empleado una serie de técnicas, tales como: estudios tiempo-movimiento, muestreo del trabajo, técnicas de observación y análisis, etc. En general, el uso de estas técnicas no se ha difundido en nuestro país y su utilización presenta algunas dificultades, debido a la escasez de expertos y a lo lento que resulta la recolección

de la información a su procesamiento o análisis posterior ya que éste se hace en forma manual. Sin embargo, la capacitación y difusión de su uso permitirían lograr mejoras considerables en los métodos y en el uso de los recursos, como lo han demostrado estudios realizados a ciertas actividades en obras actualmente en construcción (hormigonado de diversos tipos de elementos, técnicas de moldajes, etc)

Los recientes avances de la computación y la electrónica han puesto al alcance de los usuarios una serie de equipos, de gran potencial y bajo costo relativo. Los desarrollos en análisis de operaciones y estudio de métodos están destinados a la incorporación de esta tecnología moderna, por medio de desarrollo de software de microcomputadores para aplicaciones específicas que faciliten el uso de los métodos tradicionales, aumentando la precisión, la rapidez y la facilidad de uso. También se pretende promover la incorporación de nuevas técnicas para la adquisición de datos de terreno y para su análisis posterior. En esta línea está la utilización de simulación computacional de operaciones de construcción para la optimización de estos procesos.

La construcción de modelos matemáticos de las operaciones y la utilización de programas computacionales de simulación permite simular las operaciones una y otra vez. Se puede entonces introducir cambios en las secuencias, cantidades de recursos y distintas variables del modelo hasta lograr la combinación óptima para la operación en estudio. Los datos pueden provenir de observaciones reales, en cuyo caso los resultados permitirán mejorar la eficiencia de la operación en curso, o bien, pueden ser datos históricos y los resultados servir para decidir la mejor forma de realizar una operación con anterioridad a su inicio. Además, a partir de la información obtenida es posible precisar las estimaciones de costos, rendimientos y duraciones de las actividades, para la elaboración de presupuestos y programas de trabajo (4).

4.6 Utilización de Vídeos Interactivos para el Análisis de Operaciones

La interconexión de un equipo de video a un microcomputador, por medio de una interfase, permite manejar los controles del videograbador a través del teclado del microcomputador.

Mediante el uso de software creado especialmente con estos fines, es posible realizar varios procesos en forma automática, por ejemplo: búsqueda de imágenes o cuadros de la filmación que contengan información clasificada, o bien, grabación de señales de tiempo en la cinta de video que pueden ser reconocidos por el computador para identificar imágenes o situaciones escogidas de la filmación, para su uso posterior.

Las aplicaciones de esta tecnología al análisis de operaciones se pueden ilustrar a través de algunos ejemplos. La posibilidad de marcar señales de tiempo en la cinta de video permite identificar el inicio y el fin de una cierta actividad y por lo tanto, el cálculo computacional de su duración. La información de duraciones de las diversas partes de una operación puede ser traspasada directamente desde el video al microcomputador y procesada estadísticamente para dejarla apta para alimentar algún modelo de análisis, como por ejemplo, un modelo de simulación computacional. En este caso la información recolectada para cada tarea que conforma la operación es un histograma de frecuencia de duraciones, para N observaciones, el cual se debe ajustar una distribución probabilística que permita su uso posterior. De esta manera se automatiza la adquisición de la información, se aumenta su precisión y se simplifica el procesamiento necesario para su uso en la simulación de la operación.

Las capacidades de búsqueda de información podrían utilizarse, por ejemplo, para seleccionar imágenes aleatorias, en forma automática, para la realización de un muestreo del trabajo, en una fracción del tiempo que demandaría el procedimiento tradicional. También podría requerirse observar en forma selectiva, una determinada parte de la operación, por ejemplo, si la operación en estudio es el hormigonado de las losas, y se desea analizar sólo el transporte del hormigón, el microcomputador podría seleccionar secuencias de transporte y mostrarlas en forma continuada a través del video para el análisis de un experto. Junto a las imágenes, se mostraría en la pantalla del computador información estadística proveniente del análisis de tiempos y del muestreo aleatorio. Además, podrían utilizarse las capacidades gráficas del computador para generar en forma automática "cartas de actividades múltiples" o "cartas de equilibrio de la cuadrilla", herramientas tradicionales de análisis de operaciones y de gran utilidad práctica.

Entre las principales ventajas de las aplicaciones mencionadas anteriormente se pueden destacar las siguientes: las filmaciones y su procesamiento posterior son realizadas por personal técnico, entrenado para la labor específica, lo que permite que profesionales expertos tengan acceso en muy corto tiempo a una gran cantidad de información elegida en forma selectiva. De esta manera utilizar en forma económica y efectiva, personal profesional de alto nivel para solucionar problemas que actualmente resultan poco rentable analizar, al menos a simple vista, para estos profesionales. La incorporación de la información gráfica y de video, combinada con información cuantitativa, permite una visión más completa de los problemas, pudiendo investigarse las causas que no siempre resultan evidentes de una información puramente cuantitativa.

Los desarrollos en esta área se realizan en forma conjunta por los Departamentos de Ingeniería de Construcción y de Ingeniería de Computación, lo que ha permitido extender las

aplicaciones de esta tecnología a múltiples otros campos de aplicación. Una aplicación inmediata, es la docencia y capacitación, ya que a través del video pueden preprogramarse distintas secuencias de filmación, para apoyar la labor de un instructor, o bien preparar una sesión completamente interactiva, en que el alumno frente al microcomputador se transforma en su propio instructor. Para esto último resulta más adecuado la utilización de videodisco óptico, que cuenta con gran capacidad de almacenamiento y es de rápido acceso a la información en comparación con la cinta de video. Sin embargo, la tecnología para grabar estos videodiscos ópticos no está disponible a nivel doméstico, por el momento, lo que dificulta su utilización en las aplicaciones descritas con anterioridad. Los adelantos futuros deberían superar estas dificultades y mejorar así el carácter interactivo y las posibilidades de aplicación (4 y 5).

4.7 Desarrollo de Aplicaciones de Sistemas Expertos

Los avances en el campo de la inteligencia artificial, particularmente en Sistemas Expertos, han encontrado un campo fértil para sus aplicaciones en la Ingeniería. En la Ingeniería de Construcción, la incorporación de estos desarrollos resulta particularmente notorio, siendo ésta una actividad con características muy tradicionales y de lenta adaptación a los cambios tecnológicos. Es tal vez, por sus particulares características: gran incertidumbre, celeridad de las decisiones y la inexistencia de soluciones exactas a los problemas, que resulta muy adecuado el apoyo de Sistemas Expertos en la toma de decisiones.

Un Sistema Experto es un programa computacional que consta de tres componentes: una "base de conocimientos", en la que se almacena una gran cantidad de información; una "máquina de inferencias", que contiene los procedimientos o métodos que utilizan los expertos humanos para tomar decisiones en base a la información contenida en la base de conocimientos; y una "interfaz con el usuario", que le permita a éste utilizar en forma eficiente el sistema. Los conocimientos y la metodología de resolución de los problemas han sido traspassados por expertos humanos en la materia. El sistema tiene la capacidad de procesar esta información a requerimiento del usuario respondiendo preguntas y dando recomendaciones para solucionar un determinado problema.

Los Sistemas Expertos deben ser capaces de justificar sus recomendaciones, las que pueden basarse en información que no es totalmente precisa. Además, un sistema experto debe ser capaz de inferir información que no se encuentre explícitamente almacenada y evolucionar en el tiempo a través de la experiencia acumulada en su uso. Actualmente en el campo de la construcción,

existen desarrollos de sistemas expertos para el control de la planificación de proyectos, elaboración de presupuestos, excavación de túneles, tecnología del hormigón, etc.

En el marco de cooperación establecido entre los Departamentos de Ingeniería de Construcción e Ingeniería de Computación, y gracias al apoyo de la Corporación de Capacitación de la Construcción, se ha emprendido una investigación destinada a desarrollar aplicaciones de Sistemas Expertos a la Productividad de la Construcción. El desarrollo de una investigación en esta área permitirá aprovechar los resultados de investigaciones de ambos departamentos; por una parte este desarrollo constituirá la aplicación de los resultados de una investigación de largo plazo, en el área de sistemas expertos llevada a cabo por el Departamento de Ingeniería de Computación y al mismo tiempo, el desarrollo de la aplicación en Productividad permitirá capitalizar los resultados de la investigación en esta área por el Departamento de Ingeniería de Construcción. La construcción y difusión del software específico de la aplicación se constituirá en un poderoso medio de difusión de conocimientos de productividad y en una herramienta útil para los profesionales de obras de construcción (6).

Se encuentra ya desarrollado un sistema experto en tecnología del hormigón. Este sistema permite diagnosticar la causa o causas probables de un problema de hormigones y entregar una solución apropiada y actualmente se encuentran en desarrollo otros sistemas expertos orientados hacia la administración de las obras.

V. APLICACIONES PRACTICAS

Parte importante de la investigación ha consistido en realizar aplicaciones prácticas de algunas de las técnicas desarrolladas. Dentro de las más importantes se puede mencionar el Sistema de Control de la Productividad y el Análisis de Operaciones de Construcción.

5.1 Sistema de Control de la Productividad

Los sistemas comunes de control de avance, control de costos y control de mano de obra no sirven para detectar problemas de productividad. En general, la información que se obtiene entrega una visión parcial del comportamiento de la productividad. Esto hace necesario la aplicación de otras técnicas y procedimientos, no comunes en la industria de la construcción en Chile, para detectar con mayor rigurosidad y más oportunamente estos problemas. Motivado por lo anterior se desarrolló el Sistema de Control de la Productividad (SCP). Este sistema consiste en la aplicación de algunas técnicas que permiten detectar problemas de eficiencia en el trabajo, como los Muestras del Trabajo (MDT) y las Encuestas de Detención (EDC).

5.1.1 Muestreo del Trabajo (MDT)

Es una técnica que permite obtener un dato, estadísticamente confiable, del porcentaje de trabajo productivo que existe en la obra.

Los principales aspectos positivos de esta técnica son los siguientes:

- i) Ayuda a conocer la productividad de la obra, y mejorarla.
- ii) Es una manera efectiva de establecer metas para propósitos de administración.
- iii) Permite establecer comparaciones de la productividad respecto a valores promedio o a valores históricos de la empresa.

Para la realización de estos análisis se deben tomar 300 muestras para tener un valor con 95% de confiabilidad y un 6% de error.

Las categorías consideradas en este muestreo son las siguientes:

- a) **Trabajo Productivo (TP):** se define como aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción y por lo tanto es cuantificable (por ejemplo: pintando muros, hormigonando, colocando ladrillos, etc).
- b) **Trabajo Contributivo (TC):** se define aquel trabajo que debe ser realizado para que se ejecute el trabajo productivo en términos de apoyo a la producción (por ejemplo: recibiendo instrucciones, leyendo planos, armando andamios, etc).
- c) **Trabajo No Contributivo (TNC):** ninguno de los anteriores, son tiempos ociosos y de esperas (por ejemplo: caminando con las manos vacías, fumando, esperando, etc).

A continuación se menciona las obras en que se ha realizado los muestreos para obtener los valores estándares promedios. Los resultados se presentan de las Figuras N°3 a la Figura N°6.

Edificio	Superf.	Tipo de Estruct.	Uso	Características
San Martín de Porres	8.000m ²	H. armado, muros y pórticos	Habitacional	16 pisos
Instituto Hebreo	15.600m ²	H. armado, muros y pórticos.	Escolar	2 pisos 7 meses.
Opera	15.000m ²	H. armado, muros y pórticos.	Oficina	22 pisos, 12 meses.
Las Américas	32.500m ²	H. armado, muros y pórticos.	Oficina	33 pisos.
Torre Interamericana	30.000m ²	H. armado, muros y pilares.	Oficina	27 pisos, placa 4 pisos, 2 subterráneos.
Callao 3200	7.000m ²	H. armado, pórticos	Habitación	12 pisos.
Los Alerces	7.600m ²	H. armado, pórticos	Habitación	12 pisos.
Desarenador Casas Viejas (Sociedad Canalera Río Maipo)	10.000m ²	H. armado y muros cantilever	Desarenador y canalización	obra hidráulica 4000m ³ de hormigón.

PA
FIGURA
N° 1

Como la información de productividad pertenece al conocimiento propio de cada empresa, los resultados expuestos en las figuras no están ordenados en la misma forma que las obras ya mencionadas, sino que poseen un orden aleatorio.

Con los resultados entregados por el Muestreo del Trabajo, se obtuvo los Promedios Generales en obras de edificación en el Gran Santiago, como se puede apreciar en las Figuras N°3 y Figura N°4.

Con estos resultados, se puede hacer una nueva aproximación de los **estándares chilenos**, asumiendo los siguientes promedios obtenidos:

TRABAJO PRODUCTIVO	=	38%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	=	36%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	=	24%

Un gráfico de los datos anteriores se presenta en la Figura N°5

Es de interés poder comparar nuestros estándares, en forma cuantitativa, con los de un país más desarrollado industrialmente, en el que además se está aplicando esta herramienta, como lo es E.E.U.U. Los valores típicos norteamericanos son:

TRABAJO PRODUCTIVO	=	32%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	=	30%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	=	38%

Estos se encuentran graficados en la Figura N°6

	TP	TC	TNC
OBRA #1	34	31	35
OBRA #2	38	39	23
OBRA #3	42	38	20
OBRA #4	40	40	20
OBRA #5	36	41	23
OBRA #6	40	35	25
OBRA #7	38	42	20

PROMEDIO	38	38	24
MAXIMO	42	42	35
MINIMO	33	31	20
DESVIACION	3,1	3,9	5,2

Fig. N°3.- Promedios generales

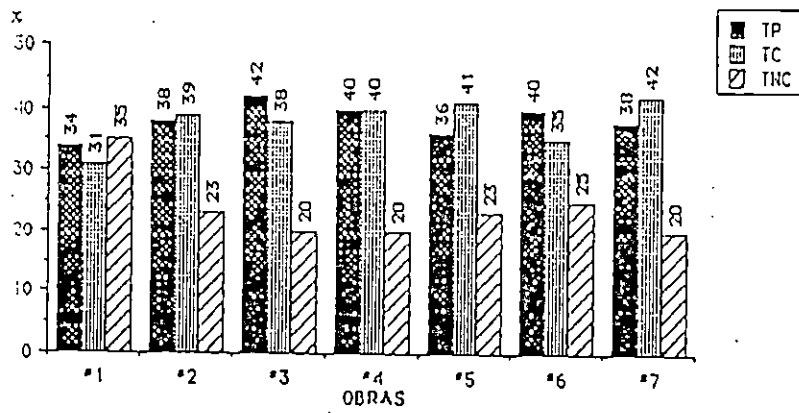


Fig. N°4.- Gráfico de barras para los promedios generales

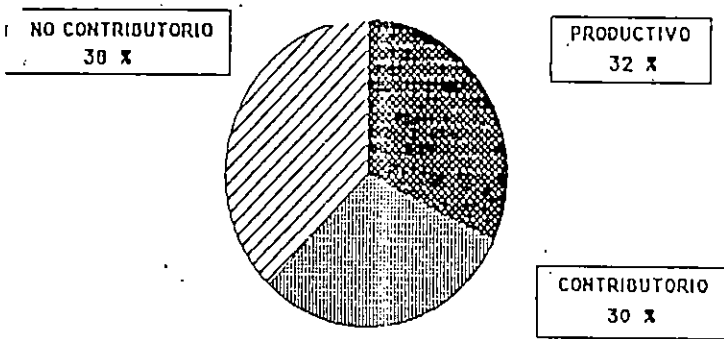


Fig. N°6.- Gráfico de los promedios Norteamericanos

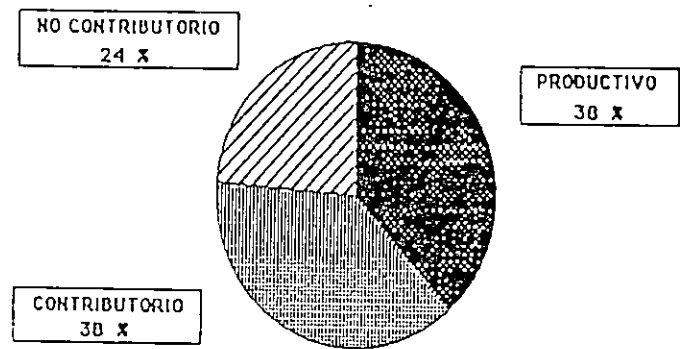


Fig. N°5.- Gráfico de los promedios Nacionales

Comentarios al Muestreo del Trabajo.

- i) Se percibe que es prioritario aumentar la información de la base de datos, con el fin de actualizar los estándares chilenos y otorgarles mayor confiabilidad a su aplicación dentro de un rango más variado de obras de construcción.
- ii) Se puede observar que las desviaciones del promedio en las categorías de trabajo, alcanzan valores entre 3 a 6 puntos porcentuales, lo que representa una variación del 10% al 20%. Donde se aprecia una mayor dispersión es en la categoría de trabajo no contributivo (TNC), en la que se alcanzan los 5.2 puntos, en tanto que las categorías de trabajo productivo (TP) y trabajo contributivo (TC) muestran una desviación aproximadamente similar y menor que la anterior. Basadas en lo anterior, se aprecia que existen diferencias importantes en el nivel de actividad de distintas obras, lo que marca la diferencia entre una obra de mayor productividad que otra.

Cabe aclarar que la técnica del muestreo del trabajo es estadísticamente válida, y se han tomado medidas para reducir al mínimo el posible sesgo debido tanto al muestreador como al comportamiento del personal y a la información obtenida.

Es interesante que las empresas constructoras se planteen las siguientes interrogantes:

- ¿Qué nivel de actividad poseen mis obras?
- ¿Cómo se distribuyen porcentualmente las categorías de trabajo en mis obras?
- ¿Qué diferencias tienen con los estándares?

Para poder responder a ellas, es imprescindible aplicar esta técnica en las empresas nacionales, lo que por su parte ayudará a obtener nuevos estándares de la productividad de la mano de obra en Chile, y servirá para que las empresas puedan contrastar estos parámetros con su realidad.

- iii) Los estándares chilenos resultan más favorables que los norteamericanos. Sin embargo, el nivel de actividad muestra el grado de ocupación y no la calidad y rendimiento del trabajo. Además se debe tener en consideración el hecho que en Norteamérica la tecnología, el nivel de especialización y capacitación de la mano de obra están más desarrollados. Por otro lado se debe mencionar que los

obreros norteamericanos trabajan al día, y no como en Chile que se usa el sistema a trato, que incentiva a un mayor nivel de dedicación en el trabajo diario.

- iv) Por último, es necesario decir que esta técnica de muestreo general permite medir el nivel de actividad de la mano de obra, el cual será incrementado gracias a la aplicación de otras técnicas, como planes motivacionales en el personal, análisis y control de operaciones, sistemas de control de recursos, capacitación, retroalimentación de los sistemas de planificación, etc.

5.1.2 Encuestas de Detención de los Capataces (EDC)

Las EDC permiten obtener la cantidad de horas perdidas durante el día por las cuadrillas a cargo de cada capataz.

En particular, las EDC presentan las siguientes ventajas:

- i) Provee información casi instantánea, debido a que los datos se obtienen al final de cada día. De esta forma el administrador puede conocer la cantidad de horas perdidas, a quien corresponden y la razón por la cual se perdieron.
- ii) Permiten analizar el proyecto en su totalidad, y no sólo una muestra de la fuerza de trabajo.
- iii) Son fáciles de administrar, dado que se necesitan sólo cinco minutos, al final de cada día, para llenar la encuesta por los capataces.
- iv) Proveen información en ítemes específicos de atrasos, como es el suministro de materiales, herramientas, etc.
- v) Proveen un mecanismo de comunicación en ambos sentidos, de administrador a capataz y viceversa.

A modo de graficar una situación real se presenta a continuación la información obtenida de una obra que demuestra como se distribuyen las horas no trabajadas.

ENCUESTAS DE DETENCION

Resultados diarios para el período xx/zz/89 al xx/zz/89

FECHA	TOTAL DE H-H PERDIDAS	% DEL TOTAL DE H-H INFORMADAS
xx/05/89	27.8	3.41
xx/05/89	2.0	0.25
xx/05/89	0.0	0.00
xx/05/89	3.7	0.41
xx/05/89	7.2	0.61
xx/05/89	1.0	0.11

Resultados totales para el período

CATEGORIA	TOTAL DE H-H PERDIDAS	% DEL TOTAL DE H-H PERDIDAS
Esperando por materiales (interno)	0.0	0.00
Esperando por materiales (externo)	0.5	1.15
Esperando por herramientas no disponibles	0.5	1.20
Esperando por equipos	1.5	3.60
Modificaciones/Rehacer trabajo	19.5	46.76
Traslado a otras áreas de trabajo	2.0	4.80
Esperando instrucciones	1.7	3.98
Esperando por grúa	5.3	12.71
Mucha gente en la zona de trabajo	0.0	0.00
Otras causas	10.8	25.90

Frente a esta situación, al Profesional Administrativo de la Obra le podemos hacer un pequeño comentario, que permitirá mejorar el desarrollo de ella.

En esta semana de trabajo se ocuparon 200 hombres x 9,6 horas durante 5 días, es decir, 9600 HH de las cuales los capataces informaron 41,7 HH perdidas, es decir, un 0,43%.

- 1.- Como número absoluto es muy bajo; lo que demuestra que todavía los Capataces no informan el total real por miedo a sanciones, puesto que al compararlo con el MDT en él se obtiene un 24% de Trabajo No Contributivo; pero estas pérdidas muestran una tendencia.
- 2.- De todos modos el 46,76% de las horas perdidas fueron atribuidas a rehacer trabajos mal ejecutados. Esto significa que falta por una parte una mayor y mejor supervisión de los capataces respectivos y una falta de preparación de los trabajadores.
- 3.- Tener un 12,7% de tiempo perdido por esperar una grúa; nos demuestra una falta de programación, o tal vez que hace falta una cuadrilla que provisione de materiales a otra hora.
- 4.- Hay un porcentaje muy alto bajo el título "Por otras causas", lo que motivó que se redefinieran los términos que se ocuparían en la Encuesta de Detención posterior.

Una de las principales ventajas que presenta esta técnica, es que su aplicación permite detectar las fuentes de los problemas de productividad, como lo son el exceso de personal, problemas en los métodos de trabajo, ineficiencia en el manejo de materiales y equipos, etc.

Los resultados que entrega el servicio de SCP prestados por DICTUC se presentan en informes semanales, los que permiten tomar decisiones rápidas, como por ejemplo disminución y redistribución de personal, además permiten conocer la evolución de la productividad de la mano de obra.

Un ejemplo de la información obtenida se presenta en el folleto anexo de "Plan de Trabajo en Obra" en que es comentado por uno de los profesionales que participa en el Proyecto, con los profesionales donde se aplica el SCP, concretándose así el compromiso gerencial.

5.2 Análisis de Operaciones de Construcción

El estudio de los métodos de trabajo se puede definir como "el análisis de todos los aspectos de un proyecto o tarea con el objetivo de realizarlo con menos esfuerzo, un menor costo, mayor seguridad y con un rendimiento mayor". Se debe entender que la meta perseguida es aumentar la productividad y disminuir los costos, sin hacer que los obreros trabajen más duro, sino que trabajen en forma más inteligente.

Para cumplir este objetivo se realizan muestreo estandar de operaciones, muestreo de operaciones por tarea y cartas de balance de las cuadrillas. Cada análisis demora tres semanas y el informe final consiste en una recomendación para cada cuadrilla, procedimiento de trabajo óptimo y sugerencias para reducir personal, si se dieran las condiciones.

Ejemplos claros de lo anterior son dos estudios que se realizaron a la actividad hormigonado de losas para la construcción de dos edificios de altura. En el primero se logró reducir la cuadrilla de 15 a 9 personas, manteniéndose un ritmo de colocación de hormigón de 60 m²/día. Para el segundo caso se logró reducir de 21 a 15 personas manteniéndose un ritmo de 110 m²/día. Es claro que si se logran reducciones para todas las operaciones relevantes, el efecto de estos estudios sería determinante en el costo y plazo final de la obra.

5.3. Estudio del Caso "TORRE INTERAMERICANA"

En Noviembre de 1968 se comenzó a aplicar el plan piloto en la construcción de la Torre Interamericana; una obra de edificación en altura de 27 pisos, una placa en los 4 primeros niveles y dos subterráneos, su superficie total construida es de 30.000 m² aproximadamente.

El plan piloto se describe a continuación, junto a las actividades realizadas para llevar a cabo.

5.3.1 Diagnóstico

La fase de diagnóstico es previa a la aplicación de un Programa de Mejoramiento de Productividad, y consiste en la realización de un estudio para determinar los niveles de productividad de las distintas actividades que conforman la obra.

En su primera etapa el plan de diagnóstico consideró las siguientes acciones:

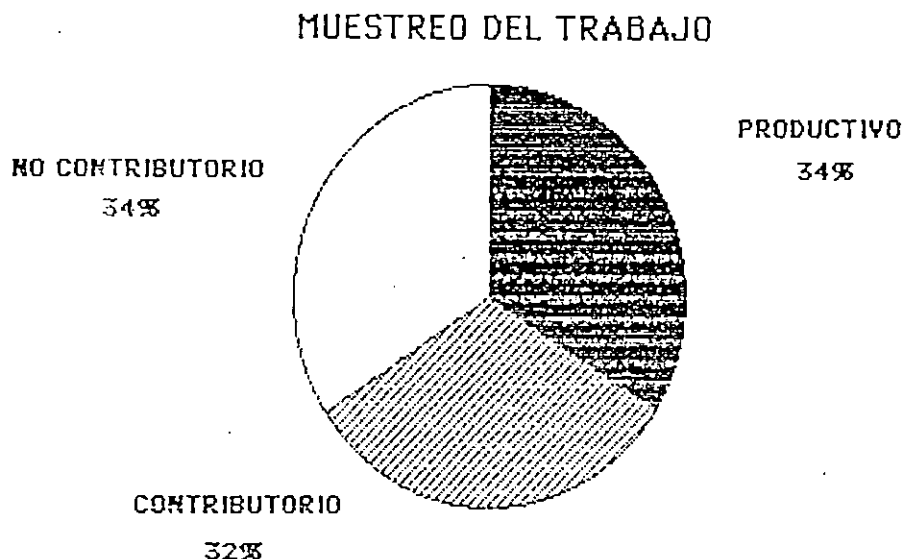
- 1) Observación directa.
- 2) Muestreo del trabajo.
- 3) Análisis del programa y puntos de control.
- 4) Información de rendimientos.
- 5) Encuesta de Detención.

5.3.2 Acciones Desarrolladas

En conjunto con la gerencia de la obra y buscando reafirmar el compromiso gerencial se analizaron los resultados arrojados por las diferentes herramientas aplicadas en la fase de diagnóstico. Este análisis llevó a tomar la decisión de aplicar e implementar el llamado Sistema de Control de la Productividad (S.C.P.) el que incluyó las siguientes herramientas:

- Observación General
- Muestreo General.
- Encuesta de Detención de Capataces.
- Análisis de Operaciones.
- Muestreo por Tareas.
- Muestreo Estandar de Operaciones.
- Carta de Balance.

A modo de ejemplo se presenta a continuación el resultado del Muestreo general en la etapa de diagnóstico.



Como se puede apreciar los índices de trabajo no contributivo y trabajo contributivo son elevados, lo cual confirma la necesidad de estudiar el problema de la baja productividad de la mano de obra, en este proyecto.

5.3.3 Capacitación

Para poder implementar de la mejor forma al plan piloto en esta obra se procedió a realizar una capacitación tanto al personal técnico como a los mandos medios en lo que concierne a las herramientas del Muestreo General y la Encuesta de Detención de Capataces.

Esta capacitación para el nivel calificado (capataces y jefe de obra) se realizó por medio de charlas teóricas y aplicación práctica en terreno, con ello se logró que este programa experimental se transformara en un Seminario aprobado por el estado, definiendo su contenido, forma, duración y evaluación final. Este Seminario pasó a formar parte de la difusión y capacitación explicada en el punto VI de este informe, y constituye el anexo N°1.

5.3.4 Desarrollo del Programa

Una vez tomada la decisión de aplicar el plan piloto del Sistema de Control de Productividad y realizada la capacitación en el tema a niveles técnicos y mandos medios, se procedió a desarrollar el programa materializándose con la entrega de un informe semanal, el que contiene toda la información arrojada por las acciones y herramientas constitutivas de este plan.

A modo de ejemplo se muestran los resultados obtenidos de la historia y comportamiento de la obra "Torre Interamericana" mediante la herramienta MUESTREO GENERAL DEL TRABAJO.

En las siguientes figuras se observan el comportamiento de las categorías de trabajo Productivo, trabajo Contributivo y trabajo No Contributivo.

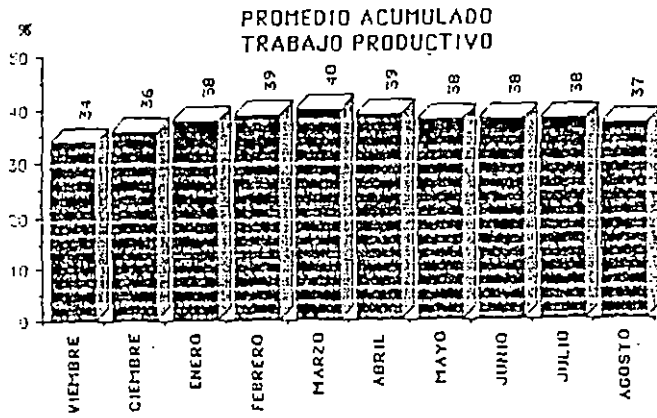


Fig. N°7.- Gráfico promedios Trabajo Productivo

FIG 2

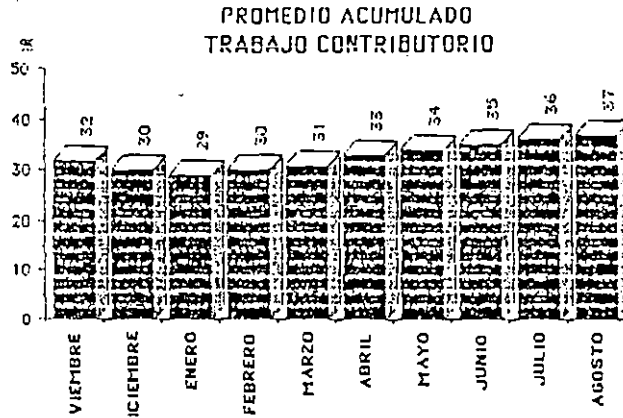


Fig. N°8.- Gráfico promedios Trabajo Contributorio

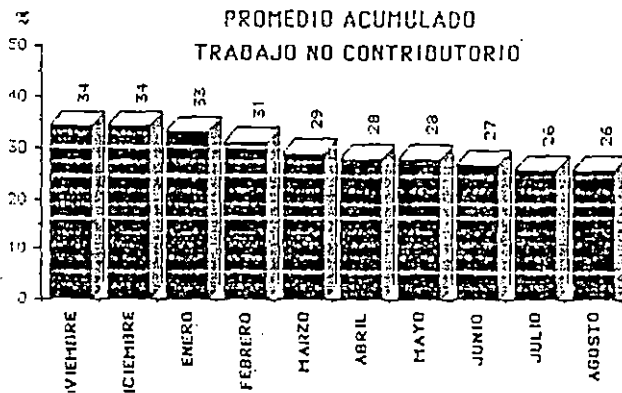


Fig. N°9.- Gráfico promedios Trabajo No Contributorio

5.3.5 Conclusiones

Podemos observar de los resultados obtenidos en las diferentes herramientas y de las acciones tomadas en la obra, que el Sistema de Control de Productividad, junto con el Análisis de Operaciones y el Compromiso Gerencial dieron un exitoso resultado. Lo anterior lo podemos corroborar con:

A) El análisis de la historia del Muestreo General de la obra.

- i) Se produce un aumento del trabajo Productivo durante los primeros cinco meses y posteriormente se mantiene en un nivel aceptable.
- ii) En cuanto al trabajo Contributorio se produce una disminución durante los primeros cinco meses para posteriormente ir en aumento, lo que puede ser atribuible al comienzo de las instalaciones y terminaciones que se incorporan a la obra en este momento. En base a esto se está estudiando la redefinición de los términos y categorías ya que en terminaciones existe mucha preparación previa.
- iii) El trabajo No Contributorio presenta una disminución sostenida durante toda la historia de la obra, esto implica una eliminación de tiempos muertos y ociosos que finalmente se traducen en un mejor aprovechamiento de recursos y por ende en un aumento de la productividad.
- iv) Como promedio de la obra podemos decir que desde su nivel inicial de

T.P.	34%
T.C.	32%
T.N.C.	4%

se han alcanzado los siguientes valores promedios:

T.P.	37%
T.C.	37%
T.N.C.	26%

lo que para la obra ha significado disminuir 8 puntos porcentuales de la categoría TNC es decir, un 23,53%. Además se ha obtenido un aumento de 3 puntos porcentuales es decir, un 8,82% del

Trabajo Productivo; y como decíamos tenemos un aumento de 5 puntos porcentuales en un Trabajo Contributivo, es decir, un 15,63%, que nos ha llevado a reestudiar las definiciones propuestas por cada tipo de trabajo, pues hasta el mes de marzo en el que se dió inicio a las actividades de Instalaciones y Terminaciones, esta clasificación de trabajo había disminuido y teníamos como promedio.

T.P.	40
T.C.	31
T.N.C.	29

De todas formas para la etapa de Obra gruesa neta, y que normalmente corresponde a un trabajo realizado en un 90% por la Empresa Constructora, se eligió variar los porcentajes en:

T.P.	+ 6 puntos, aumentando en un 17.65%
T.C.	- 1 punto, disminuyendo en un 3.13%
T.N.C.	- 8 puntos, disminuyendo en un 23.53%

De aquí vemos que también debemos ocupar esta herramienta para analizar a los subcontratos, de manera que tengamos disminución en los precios por menos personal en futuros contratos.

B) El Análisis de la Encuesta de Detención.

Junto con la herramienta antes descrita es conveniente aplicar la que ahora proponemos, que como ya explicitamos nos permite tener una medición de la cantidad de horas de trabajo perdido durante cada jornada por cada grupo.

Debemos hacer notar que hay una fuerte resistencia inicial de los capataces por rellenar los formularios que nos permite obtener la información final; pues ellos creen que es una herramienta de medición de su eficiencia.

Es necesario, por lo tanto, presupuestar muchas horas de entrenamiento al grupo y a cada individuo, para hacerles comprender que no se tomarán medidas disciplinarias contra él; sino que al contrario, éste es una herramienta que nos ayuda a conseguir el término de la obra en plazo, costo y calidad.

En general de nuestra experiencia podemos demostrar que en esta obra se ha tenido un 3.93% de horas en que no se ha trabajado, que representan aproximadamente 3.427 HH hasta la

primera semana de marzo de 1989. Esta cantidad de horas perdidas contribuye al Trabajo No Productivo el cual sabemos que en esta obra ha ido disminuyendo permanente.

A continuación queremos exponer como se ha perdido el tiempo de trabajo, lo que entregamos en la siguiente tabla:

TIPO DE PERDIDA	%
Esperando por materiales interno	28,28
Esperando por materiales externo	8,19
Esperando por herramientas	2,64
Esperando por equipos	3,20
Modificación /Rehacer trabajos	19,54
Traslado a otras áreas de trabajo	5,90
Esperando instrucciones	12,88
Muchas personas en zonas de trabajo	6,35
Otras causas	12,94

Cada uno de los Tipo de Pérdida señalados anteriormente se han ido corrigiendo a través de soluciones propuestas a la administración superior de la Obra. Debemos destacar la buena acogida que hemos tenido, pues el personal superior ha tomado nuestra acción como una asistencia que le permite mejorar su productividad.

Queremos entregar algunas de las acciones sugeridas y que han sido puestas en práctica, iniciando el ataque por aquellas que son mayor.

TIPO DE PERDIDA	ACCION PROPUESTA
Esperando por materiales interno	-Formación de un equipo de aprovisionamiento, que trabaja con horario desfazado.
Modificaciones /Rehacer trabajos	-Mejorar los métodos de supervisión de la obra.

Proposiciones.

Esperando Instrucciones

-Mejorar las comunicaciones internas, para que las modificaciones al proyecto se introduzcan antes de su ejecución.

-Tener un mínimo de capataces tal que cada uno de ellos tenga 10 obreros bajo su mando.

-Tener una buena programación a nivel de cuadrilla.

Proposiciones

Esperando por materiales externos

-Cumplir programa de adquisiciones.

-Distribución de responsabilidades en Bodega de Obra.

Muchas personas en zona de trabajo

-Mejorar programación a nivel de la cuadrilla.

Traslado a otras áreas de trabajo

-Mejorar programación a nivel de la cuadrilla.

Esperando por Equipos

-Programación de equipos.

Esperando por Herramientas

-Poner guardamopa individuales con llave, para que cada trabajador tenga las herramientas a cargo y no tenga que pasar a retirarlas de la bodega cada mañana.

C) El Análisis de operaciones:

En esta obra se realizó el análisis convencional de operaciones, donde se ocuparon las siguientes herramientas:

- Muestreo estandar.
- Muestreo por tarea.
- Técnica de los 5 minutos.
- Carta de proceso.
- Carta de balance.
- Observación directa.

De las operaciones estudiadas cabe destacar el análisis realizado a la actividad:

- i) Hormigonado de losa; donde en su inicio la cuadrilla considerada estaba constituida por 21 personas con un ritmo de colocación de $110 \text{ m}^3/\text{día}$ y después del análisis por medio de la carta de balance se propuso una cuadrilla de 14 personas, la que mantuvo el ritmo de colocación.

Si consideramos un ahorro de 7 personas a lo largo de toda la obra, en este ítem (hormigonado), se logra un beneficio directo de 13.860 Horas-Hombres.

También podemos entregar el siguiente cuadro resumen que nos muestra la relación que existe entre el número de obreros y el nivel de actividad en el análisis de la cuadrilla de hormigonado de losas, realizado a distintas horas y con diferente cantidad de trabajadores.

Hora	Nº Obreros	Nivel de Actividad
11:14 - 11:34	11	40.8%
12:07 - 12:20	13	34.5%
13:50 - 14:07	16	37.9%
14:21 - 14:59	17	36.4%

De acuerdo con lo que se muestra, hay una clara relación inversa entre el número de obreros y el nivel de actividad.

En un análisis para esta misma operación mediante simulación, en forma computacional, arrojó los siguientes resultados.

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA OPERACION

HORMIGONADO

Hormigonado de losas:

Antes

21 obrs.

Después

12 obrs. (empresa decidió dejar cuadrilla con 15 obrs.)

Hormigonado de muro perimetral:

Antes

8 obrs.

Después

4 obrs.

Hormigonado de muro del núcleo central:

Antes

7 obrs.

Después

5 obrs.

Hormigonado de pilar:

Antes

6 obrs.

Después

3 obrs.

RESULTADOS DE LA SIMULACION
 MODELO INICIAL

RECURSO	Nº UNIDADES	% DESOCUPACION
GRUA	1	0.2
CAPACHO	2	0.2
VIBRADOR	2	97.7
SUB. CUAD. CARGA HORM	1	75.2
SUB. CUAD. DESCARGA	2	77.0
SUB. CUAD. ESPARCIDO	3	28.2
SUB. CUAD. VIBRADO	2	97.7
SUB. CUAD. REGLEADO	2	75.3
SUB. CUAD. FLATACHADO	3	44.0
PRODUCTIVIDAD DE LA CUADRILLA = $110 \text{ m}^3/17 \times 9.6 = 0.674 \text{ m}^3/\text{HH}$.		

MODELO FINAL

RECURSO	Nº UNIDADES	% DESOCUPACION
GRUA	1	0.2
CAPACHO	2	0.2
VIBRADOR	1	21.0
SUB. CUAD. CARGA HOR.	1	75.8
SUB. CUAD. DES.- ESPAR	4	21.3
SUB. CUAD. VIBRADO	1	21.0
SUB. CUAD. REG-PLAT	4	29.7
PRODUCTIVIDAD DE LA CUADRILLA = $110 \text{ m}^3/13 \times 9.6 = 0.881 \text{ m}^3/\text{HH}$		

Podemos apreciar una diferencia entre el mínimo de personas de una cuadrilla por el método de la Carta de Balance (14) que por medio de Simulación Computacional (12); esto se atribuye a que el computador no toma en cuenta el cansancio de una persona.

Frente a lo anterior se pueden observar los beneficios directos que ha proporcionado el plan piloto en esta obra de edificación, los que se refieren a un ahorro por concepto de mano de obra. Al realizar estos estudios de métodos y encontrar la configuración óptima de la cuadrilla. Lo anterior conduce a aumentos de los rendimientos en las faenas y disminución del personal total necesario en la obra.

Además se obtienen beneficios indirectos, en cuanto a ellos hemos comprobado que la presencia y acción del equipo del proyecto genera en la obra una mayor conciencia del problema de la productividad, logrando un interés permanente por parte de todos los niveles de supervisión (profesionales, jefe de obra, técnicos y capataces) por realizar trabajos más productivos y eficientes. La información que se incluye en los informes semanales también es de gran valor y es uno de los grandes beneficios del sistema. En el informe se presenta información objetiva y oportuna, relativa al comportamiento de la productividad de la mano de obra durante el período informado, permitiendo al administrador tomar las medidas correctivas antes que los problemas se agudicen.

Otro beneficio indirecto es el que se obtiene al realizar la fase de puesta en marcha del servicio. En esta etapa se realizan charlas a los capataces relativas al concepto de productividad y las formas de aumentarla. Es claro que esto ayuda a fomentar una mentalidad productiva en los niveles medios de supervisión.

En los trabajos realizados hemos podido demostrar que nuestro servicio no es un nuevo costo de construcción, sin que produce importantes ahorros de mano de obra que justifican su contratación. Además, el buen conocimiento y experiencia en las metodologías, de un personal calificado y de un sistema computacional ya montado, permite asegurar un servicio ágil, eficiente y oportuno. Por último, el hecho de contar con la supervisión directa de los docentes permitirá a las empresas estar al tanto de los más recientes avances y cambios tecnológicos en la construcción, antecedentes que se verán reflejados en la labor de asesoría.

Con mayor detalle se puede apreciar la forma en que se presentan los informes y el análisis de operaciones en el anexo del Plan de Trabajo en Obra, que demuestra cual es la forma de presentar el Servicio Externo ofrecido.

VI. DIFUSION Y CAPACTTACION

Como una labor necesaria y fundamental se ha considerado la difusión de los temas estudiados y la capacitación de profesionales y técnicos en las distintas herramientas que se han adoptado y desarrollado.

Dentro de la labor de difusión, es necesario destacar la realización de dos mesas redondas con ingenieros civiles que desempeñan diversas labores en empresas constructoras. El objetivo fundamental de estas reuniones fue el tratar de conocer la percepción existente en la industria de la construcción nacional acerca del problema de la productividad de la mano de obra, como también dar a conocer el trabajo realizado en el Proyecto de Investigación.

También como labor de difusión, se desarrolló un seminario para alumnos de último año de la carrera de técnico en construcción. La idea que todos los niveles de la construcción conozcan estas nuevas técnicas de modo que cada vez sea más fácil aplicarlos en las obras.

Como parte fundamental de la labor de capacitación se han desarrollado dos seminarios, los que se dictan en forma periódica todos los meses. La inquietud por desarrollar estos cursos surgió debido a que el contacto con los diversos estamentos de la industria de la construcción nacional, demostró que existe desconocimiento, tanto sobre la importancia que tiene el problema de la productividad de la mano de obra, como de las formas de controlar y aumentar esta productividad.

El primero de estos seminarios lleva como nombre "Nuevas Herramientas para el Control de la Mano de Obra". Consiste en un curso orientado hacia el nivel profesional, en el que se estudian nuevos métodos para controlar la productividad de la mano de obra. Estas técnicas también permiten realizar un estudio de alguna operación de interés, con el fin de alcanzar un nivel óptimo en la eficiencia del trabajo de las cuadrillas.

Al finalizar este seminario el profesional deberá conocer el problema de la productividad de la mano de obra, conocer su magnitud y los beneficios que reporta aumentar la productividad. También deberá ser capaz de aplicar en obra un sistema para el control de la productividad, que le permita alcanzar como objetivo principal un aumento en la productividad de la mano de obra.

El segundo seminario tiene el mismo nombre y objetivos que al anterior. La diferencia fundamental recae en que éste está orientado hacia el nivel de capataces y jefes de obra, y fue

diseñado para ser aplicado directamente en obra. Su objetivo fundamental es capacitar a los capataces en el uso en terreno de las técnicas más importantes para el control de la mano de obra.

Se adjuntan en Anexos N°1 los temarios de ambos seminarios.

VII. RESUMEN

Podemos hacer presente que el SCP ha representado para la Empresa:

A) Método del Muestreo del Trabajo (MDT)

i) Etapa Obra Gruesa:

- Aumento del Trabajo Productivo en un 17.65%
- Disminución del Trabajo Contributorio en un 3.13%
- Disminución del Trabajo No Contributorio en un 23.53%

ii) Acumulado a la fecha:

- Aumento del Trabajo Productivo en un 8.82%
- Aumento del Trabajo Contributorio en un 15,63%; lo que nos ha llevado a buscar una definición de los términos ocupados al trabajar con una mayor cantidad de subcontratos.
- Disminución del Trabajo No Contributorio del 23,53%

B) Método de la Encuesta de Detención (EDC)

En la etapa de Obra Gruesa una pérdida de sólo el 3.93% de las horas de trabajo en:

-Esperando por materiales internos	28.28%
-Esperando por materiales externos	8.19%
-Esperando por herramientas	2.64%
-Esperando por equipos	3.20%
-Modificaciones / Rehacer trabajo	19.54%
-Traslado a otras áreas de trabajo	5.90%
-Esperando instrucciones	12.88%
-Muchas personas en la zona de trabajo	6.35%
-Otras causas	12,94%

C) Método de Análisis de Operaciones:

- Hormigones: disminución de 13.860 Horas-Hombre

D) Para toda la industria de la construcción hemos obtenido:

- Seminarios de capacitación
- Base de datos estadísticos

VIII. IMPACTO ECONOMICO DE MEJORAS EN LA PRODUCTIVIDAD

El trabajo del recurso humano, en general, es poco eficiente. Más del 60% del tiempo total de trabajo es destinado a trabajo no productivo (gráfico de la realidad chilena y referencias 2 y 6). Si se considera que, en promedio, el 25% del total del presupuesto corresponde al rubro mano de obra, la cantidad de recursos que se están desperdiciando corresponden al 15% del presupuesto global de la obra. Si se compara este valor con las utilidades promedio exigidas a los proyectos, del orden de un 5% a un 10%, es claro que es un factor de gran relevancia para el éxito económico de cualquier proyecto de construcción. Sin embargo, aún teniendo en cuenta que no es posible alcanzar una productividad del 100%, se puede lograr mejoras significativas, como lo han demostrado numerosos Programas de Mejoramiento de la Productividad (PMP) llevados a cabo en Estados Unidos, a partir de los setenta, en los cuales se ha observado aumentos de productividad entre un 20% y un 40%, resultados que se han repetido en las obras chilenas donde se han aplicado los primeros PMP. Es importante destacar que, en general, las experiencias conocidas arrojan una relación costo/beneficio de alrededor de 1/20, entre el costo de implementar programas de este tipo y los beneficios obtenidos de los mismos (1 y 7) lo que también se nos repite en nuestro país, y en las nuevas investigaciones se han medido mayores relaciones.

Si se realiza un análisis similar a nivel de los beneficios que esto significaría para el país, se puede intentar cuantificar el beneficio global de la siguiente manera:

La construcción representa en nuestro país alrededor del 6% del PGB como contribución directa, sin considerar el efecto multiplicador de esta actividad en el resto de la economía. La experiencia en la aplicación de PMP indica que es posible alcanzar mejoras que en promedio son del 30% en la productividad de las obras. Si la mano de obra es el 25 % del presupuesto, el máximo ahorro potencial es de un 7.5% del presupuesto de construcción. A través de un programa general, el impacto global sería del orden del 0,45% del producto geográfico bruto. Considerando el PGB del año 1987, \$3.421.117.000.000, esto arrojaría un ahorro de \$15.395.026.000 al año, cifra equivalente a 15.000 viviendas básicas (6). Lo anterior, a nivel de beneficios directos, pero existen además una serie de beneficios indirectos tales como: ahorros en los costos de financiamiento de los proyectos debido a reducciones en los plazos, mejoras en la competitividad de las empresas nacionales frente a las extranjeras, ahorros en el costo de materiales debido a reducciones en las pérdidas de material, etc.

Mención aparte merece uno de los beneficios tal vez más importantes, la satisfacción que obtiene el obrero al realizar su trabajo. Esto como consecuencia de los programas de personal y

conclusion

programas motivacionales que consideran los PMP. Esta mayor satisfacción no sólo se ve reflejada en un aumento de productividad o en su relación con la administración, sino que también en la actitud del obrero hacia su familia y hacia el resto de la sociedad. Por lo tanto, los PMP permitirían la solución de algunos problemas sociales para un grupo importante de la fuerza laboral chilena.

conclusión

Es importante hacer notar que los beneficios de gran parte de los resultados de este estudio pueden hacerse extensivos a otras áreas productivas, especialmente a aquellas que involucren sistemas cíclicos de trabajo, por ejemplo: la gran minería. Es indudable que si esta orientación se pudiera reforzar, los beneficios para todo el país, al optimizar las faenas de extracción de minerales, serían de una magnitud considerable. Similares resultados podrían esperarse de la extensión de estos estudios a la explotación forestal o agrícola.

IX. CONCLUSIONES

Se han descrito las distintas áreas de una investigación aplicada en productividad de la construcción y se ha intentado ilustrar la aplicación de algunas de las herramientas, actualmente en aplicación y desarrollo.

En un comienzo definimos nuestra investigación hacia el desarrollo de herramientas que mejorarían la productividad

A medida que vamos adentrándonos en el problema vamos reconociendo la importancia que tiene la motivación que hace a una misma persona producir distintos en una obra u otra. ¿A qué se debe esto, si el hombre está en el mismo equipo, tiene la misma ayuda, los mismos supervisores directos? ¿Que hace a un hombre estar más o menos cómodo y por lo tanto contento o no en su trabajo?

Estas preguntas y otras más que nos asaltan esperamos poder responderlas, apoyándonos en lo que ya hemos encontrado en los próximos meses; para tener una herramienta que nos ayude a mejorar las relaciones laborales en cada obra, de tal forma que logremos que cada hombre se ponga la camiseta de su empresa.

El resumen del estudio exploratorio se adjunta como ANEXO N°2.

Algunos de los desarrollos de la investigación están destinadas a adoptar, modernizar y difundir la aplicación de técnicas tradicionales para el mejoramiento de la productividad en obras chilenas. Para esto se realizan desarrollos computacionales, estudios en terreno destinados a aportar información real, y estudios del comportamiento de los trabajadores.

Por otra parte, se están desarrollando nuevas herramientas que apoyadas en los adelantos tecnológicos de la electrónica y la inteligencia artificial, deberían ser una gran ayuda para los administradores de las obras y profesionales de terreno.

Algunos de los planteamientos y herramientas que se han propuesto pueden parecer una ficción que podría tardar años en alcanzarse. Sin embargo, la tecnología está actualmente disponible y es previsible que en el futuro evolucionará más rápido que nuestra capacidad de adaptación. Tal vez sea ésta última la principal dificultad en la construcción. Debemos estar dispuestos a innovar, a aplicar nuevas técnicas y a incorporar los adelantos que faciliten nuestra

Introducción
GENERAL

Conclusiones

labor y la hagan más efectiva. La construcción no puede quedar a la zaga del progreso de otras actividades por temor a los cambios. Sus profesionales y trabajadores son gente capacitada para aprender e innovar, sólo es necesario estar dispuestos a probar nuevos métodos y técnicas de la misma manera como cada vez se emprende una nueva obra.

conclusion

No hay ninguna filmación que pueda reemplazar la observación directa del ser humano ni ningún Sistema Experto o resultado de un algoritmo que pueda reemplazar un juicio experimentado. Sin embargo, las herramientas señaladas pueden ser de gran ayuda en la toma de decisiones proporcionando antecedentes precisos, en forma ágil y oportuna, detectando problemas que de otra manera pasarían desapercibidos y ampliando significativamente la capacidad de análisis y el campo de acción de los profesionales.

REFERENCIAS

1. Sanvido, V.E., "Productivity Improvement Programs in Construction", The Construction Institute, TR273, Stanford University, March, 1983.
2. Bomherding, J.D., Palmetier, S.B., y Jansma, G.L., "Work Force Management Programs for Increased Productivity and Quality Work", EEI Construction Committee Spring Meetings, April, 1986.
3. Bomherding, J.D., Tesis de Doctorado, "An Exploratory Study of Attitudes in Building and Industrial Construction", Stanford University, Department of Civil Engineering, 1972.
4. Oglesby, C., Parker, H. Howell, G., "Productivity Improvement in Construction". Mac raw Hill. 1989.
5. Paulson, C., Chan, W.T., Koo, Ch. C., "Construction Operations".
6. Informe Mensual del Banco Central, Febrero, 1988.
7. Maher, M.L., (Editors), "Expert Systems for Civil Engineers: Technology and Applications", American Society of Civil Engineers (ASCE), 1987.
8. Simulations by Microcomputer", Journal of Construction Engineering and Management. SCE, Vol 113, N°2, June, 1987.



DICTUC

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS

VICURA MACKENNA 4050 — CASILLA 6177 — SANTIAGO

TELEFONOS: 5511977 · 5550058 ANEXO 4703

ANEXO N°1

SEMINARIOS DE PRODUCTIVIDAD



CORPORACION DE CAPACITACION
DE LA CONSTRUCCION

SEMINARIOS

Seminario 1:

"Control de Productividad de la Mano de Obra: Nuevas Técnicas".

Objetivos:

El objetivo principal del curso es entregar a los asistentes los conceptos más importantes que le permitan aplicar diversas herramientas para el control de la productividad de la mano de obra.

Temario

Parte I

Conceptos Generales de la Productividad de la Mano de Obra (4 horas)

1. El proceso constructivo.
2. Productividad. Definición. Tipos de productividad. Mejoramiento de la Productividad.
3. Elementos y categorías del trabajo.
4. Nivel de productividad.
5. Descripción y clasificación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra.

Parte II

Nuevas Herramientas para el Control de la Productividad de la Mano de Obra (8 horas)

1. Detección de problemas de productividad
2. Muestreo del trabajo.
 - 2.1 Definición
 - 2.2 Aplicación en obra
 - 2.3 Análisis de los resultados
3. Encuesta de detención
 - 3.1 Definición
 - 3.2 Aplicación en obra
 - 3.3 Análisis de los resultados
4. Análisis de los rendimientos
 - 4.1 Definición
 - 4.2 Aplicación en obra
 - 4.3 Análisis de los resultados

5. Integración de las herramientas en un Sistema de Control de la Productividad

Seminario 2

"Nuevas Herramientas para Control de Productividad de Mano de obra".

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno:

- Podrá comprender y aplicar el concepto de productividad en la mano de obra de la construcción.
- Podrá diferenciar las distintas categorías de trabajo, que se ejecuten en obras de construcción, distinguir las demoras y tiempos ociosos.
- Podrá realizar y analizar los resultados de 2 nuevas herramientas que miden la productividad en la mano de obra:
 - a) Muestreo General del Trabajo y,
 - b) Encuesta de Detención de los Capataces.

Temario:

Este seminario consta de 6 sesiones, las cuales contienen una primera parte teórica, seguida de una segunda parte práctica.

Sesión N°1

a) Clase Expositiva: (Teórica, 30 min.)

1. Productividad: definición
2. Tipos de productividad: énfasis en la productividad de la mano de obra.
3. Muestreo General del Trabajo: ¿Qué es?, tipos de categorías y formulario.

b) Terreno: (práctica, 3.0 hrs.)

1. Cada capataz deberá realizar un muestreo general en su zona de trabajo. El instructor explicará las diferentes categorías del trabajo y como se pueden distinguir en terreno.

Sesión N°2

a) Clase Expositiva (teórica, 30 min.)

1. Productividad: definición
2. Mejoramiento de la productividad: es posible de ser mejorada, métodos.
3. Elementos y categorías del trabajo.
4. Obtención de porcentajes: enseñar y aplicar al muestreo general.

b) Terreno: (práctica, 4.0 hrs.)

1. Cada capataz deberá realizar un muestreo general en su zona de trabajo. El instructor explicará las diferentes categorías del trabajo y resolverá dudas. Se obtendrá los resultados y porcentajes del muestreo.

Sesión N°3

a) Clase Expositiva: (teórica, 25 min.)

1. Muestreo del Trabajo: herramienta, objetivos y ventajas.
2. Análisis de resultados y su interpretación.
3. Mejoramiento de la productividad.
4. Encuesta de Detención de Capataces: ¿Qué es?, ¿para qué sirve? y funcionamiento del formulario.

b) Terreno: (práctica, 3.0 hrs.)

1. Se enseñará el uso del formulario de la EDC y se explicará: cada una de sus categorías, como se pueden observar en terreno y como son llenadas.
Se llenará la encuesta correspondiente a las pérdidas del día anterior, y se les pedirá a los capataces que tengan en consideración todas las pérdidas o demoras de ese día para el llenado al término de la jornada.

Sesión N°4

a) Clase Expositiva: (teórica, 25 min.)

1. Encuesta de Detención de Capataces: herramienta para medir productividad.
2. Categorías de esperas, detenciones o demoras.
3. Productividad: definición.
4. Cómo afecta a la productividad estas demoras.
5. Obtención de resultados.

b) Terreno: (práctica, 3.0 hrs.)

1. En terreno se analizará la encuesta de detención que los capataces llenaron el día anterior y se obtendrá los resultados correspondientes, % de cada categoría, métodos para mejorar esas pérdidas o demoras (esto se refiere a comentar con los capataces lo que pondría ayudar a disminuir estas pérdidas, una vez que se descubran sus causas, todo inserto en la obra misma).
Se explicará como se realiza el llenado de los EDC en estado de régimen (2 semanas seguidas, al final de cada día).
Se indicará las ventajas que presenta EDC y los beneficios tanto para la administración como para los capataces.

Sesión N°5

a) Clase Expositiva: (teórica, 25 min.)

1. EDC: ventajas, objetivos y beneficios.
2. Análisis resultados de EDC.
3. Métodos para disminuir y eliminar demoras o pérdidas.
4. Resumen general de MG y EDC.
5. Tarea para terreno, cada capataz debe realizar por sí sólo un MTG en la zona de su trabajo, y al final de la jornada llenar una EDC (correspondiente a ese día), para entregar en la sesión siguiente el análisis de resultados de estas herramientas.

b) Terreno: (práctica, 2.0 hrs.)

1. El instructor asistirá a cada capataz a realizar el MTG y responder a las consultas sobre encuestas de detención. Hará lo mismo en cuanto al análisis de los resultados.

Final de sesiones de terreno (prácticas)

Sesión N°6

a) Clase Expositiva: (teórica, 30 min.)

1. Productividad: definición
2. Mejoramiento: herramientas.
3. Análisis tarea sesión anterior (esta tarea fue realizada en terreno por los capataces).
4. Comentarios.
5. Fin Seminario.



DICTUC

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS

VICUNA MACKENNA 4860 -- CASILLA 6177 -- SANTIAGO

TELEFONOS: 5511667 · 5550058 ANEXO 4703

Anexo N°2

ESTUDIO EXPLORATORIO EN LA MOTIVACION DE LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION



CORPORACION DE CAPACITACION
DE LA CONSTRUCCION

Los trabajadores de la construcción y su visión sobre la industria de la construcción nacional

RESUMEN: en este trabajo se presenta un estudio acerca de la satisfacción en el trabajo de los obreros de la construcción, en base al análisis de ocho dimensiones seleccionadas. Cada dimensión se midió considerando las respuestas que se dieron a diversas preguntas del cuestionario utilizado. Las preguntas apuntaban a indagar sobre las creencias, opiniones, sentimientos y juicios respecto a diversos aspectos del trabajo, los cuales se agruparon en las ocho áreas. De esta manera se pudo obtener un acercamiento hacia la actitud de los trabajadores en cada una de ellas. Es decir, se pudo conocer sobre las predisposiciones que los sujetos manifiestan y que representan las orientaciones que guían sus conductas. Así, se configuró frente a cada dimensión una escala que permite la ubicación de los obreros, desde una actitud o grado de satisfacción positiva hasta una actitud o grado de satisfacción negativa.

I. INTRODUCCION

El estudio que se presenta, forma parte de una investigación más amplia, cuyo objetivo es analizar la productividad en la industria de la construcción en Chile. Este proyecto se realiza en el Departamento de Ingeniería de Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en conjunto con la Corporación de Capacitación de la Construcción. El fin que persigue la investigación es aportar conocimientos y técnicas aplicables a la detección y solución de problemas relacionados con el nivel de productividad y la optimización del uso de recursos, especialmente de la mano de obra, en las actividades de la construcción (1).

Los aspectos relevantes de dicha investigación es el tratar de identificar los distintos factores que pueden influir sobre la productividad de la mano de obra en la construcción. Es así como se puede afirmar que la productividad de la mano de obra queda determinada por tres tipos de factores (1):

- a) aquellos relacionados con la **administración** de la obra
- b) aquellos que están relacionados con la **capacitación** del personal
- c) aquellos que influyen sobre la **motivación** de los trabajadores

Los factores relacionados con la administración, corresponden a la forma como se organizan y coordinan las actividades propias de la construcción: coordinación de las cuadrillas, métodos de trabajo, cantidad de personas para hacer determinados trabajos, etc. (1).

Los factores relacionados con la capacitación están relacionados con el entrenamiento que reciben los operarios en el trabajo, para realizarlo lo mejor posible con la mayor eficiencia, el menor tiempo y el adecuado uso de los materiales. De aquí se puede inferir la relación que existe entre capacitación y productividad, sobre todo si se observa la calidad de los trabajos, o cuando se debe hacer un trabajo mal hecho (1).

El último grupo de factores corresponde a aquellos relacionados con la motivación, tema sobre el cual se desarrolla el siguiente trabajo.

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La preocupación por este ámbito obedece al interés por conocer los comportamientos que presentan los trabajadores hacia su actividad, debido a que la percepción de personas vinculadas a la construcción, como también, la medición hecha de la cantidad de tiempo que se dedica al trabajo efectivo durante el día, revelan que existiría ineficiencia en la mano de obra al no estar rindiendo todo lo que es posible, y al delatar comportamientos de falta de iniciativa y predisposición hacia los requerimientos y necesidades laborales y de la empresa (1 y 2).

De esta manera el interés de este estudio es conocer la actitud, y motivaciones que presentan los trabajadores de la construcción con respecto a su trabajo. En otros términos, se intentará detectar el grado de satisfacción que manifiesten hacia los diversos aspectos que están presente en la situación de trabajo.

III. ORIENTACIONES TEORICAS Y METODOLOGICAS DEL ESTUDIO

3.1 Naturaleza del Estudio

En vista de la escasa investigación que existe en nuestro medio respecto a aspectos motivacionales y a características psico-sociales de los trabajadores de la construcción, se ha concebido el estudio como de carácter exploratorio. Esto significa que el objetivo fundamental de este estudio es generar conocimiento que pueda servir de base para futuras investigaciones, en las cuales se delimiten en forma más precisa las áreas temáticas que presentan mayor incidencia con el problema central en cuestión, esto es la productividad de la mano de obra en la industria de la construcción nacional.

3.2 Aspectos Metodológicos

Este estudio está compuesto por dos fases bien determinadas. Como primera actividad se desarrolló una revisión bibliográfica con el fin de obtener antecedentes que pudieran ayudar para el desarrollo de la base teórica, junto con servir como complemento para la selección de un conjunto de aspectos que pudieran ser consultados en una encuesta.

Como segunda actividad, se realizó una encuesta a sesenta trabajadores de la construcción durante el mes de octubre de 1988. En base a los resultados se realizó el análisis que se presenta al final del presente artículo.

3.2.1 Tipos de Fuentes Bibliográficas:

Se inició el estudio con una revisión bibliográfica que consideró tres tipos de trabajos;

- a) aquellos de carácter teórico derivados de la psicología industrial, la sociología industrial y las teorías de las organizaciones, como por ejemplo:
Rogelio Díaz y otros: Las Relaciones Humanas en la Organización Laboral Universidad Católica de Chile, Teleduc, 1979.
- b) se revisó trabajos empíricos hechos en Estados Unidos referente a problemas motivacionales en la construcción, y trabajos hechos en Chile sobre satisfacción laboral en trabajadores de empresas manufactureras. Algunas de las publicaciones revisadas son las siguientes:

Corporación de Capacitación de la Construcción: Capacitación Profesional: Sector de la Construcción: Primera edición, Mayo 1976 Santiago.

Borcherding, J.D., An Exploratory Study of Attitudes that Affect Human Resources in Building and Industrial Construction, Technical Report No. 159, June 1972, The Construction Institute, Stanford University.

- c) se revisó estudios que describen rasgos de los sectores pobres de Chile, desde un punto de vista psico-social y socio-cultural, como por ejemplo:

Jorge Gissi: Psicología de la Pobreza, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología, Cuaderno de Psicología N° 5, Santiago de Chile, Mayo 1986.

3.2.2 Cuestionario y Muestra del Estudio

Luego, se procedió a confeccionar el cuestionario que se utilizó para la obtención de la información de esta realidad en nuestro medio. Este se construyó una vez entrevistados cinco jefes de obras de distintas empresas constructoras, en las cuales se aplicó el cuestionario. Con esas entrevistas y con la revisión bibliográfica, se determinó el conjunto de aspectos que se iban a abordar en el cuestionario.

Para tener la certeza que el cuestionario fuera fácil de aplicar y entendible por los trabajadores, se aplicó un pre-test a cinco trabajadores y se readecuaron aquellas preguntas que fueron difíciles de entender, obteniéndose la versión definitiva del mismo.

El cuestionario se aplicó a 60 trabajadores, seleccionados de cinco obras de edificación que se estaban desarrollando en Santiago. Se puso especial cuidado que la muestra de trabajadores fuera proporcional a los tipos de trabajos que se realizan en la construcción. Se consideraron cinco trabajos: jornalero, ayudante, concretero, maestro de segunda y maestro de primera.

3.2.3 Dimensiones del Estudio

Una vez obtenida la información, se procedió a codificarla computacionalmente, obteniendo las frecuencias para cada respuesta. Luego, se configuraron las dimensiones del estudio que se estimaron relevantes de acuerdo a la revisión bibliográfica y los objetivos del estudio, con el fin de describir la información de una forma más significativa, y abarcar lo más completamente posible los diferentes aspectos de la situación de trabajo, que la teoría ha descubierto como vitales para el trabajador. Las ocho dimensiones seleccionadas son las siguientes:

- a) **Retribución económica:** para esta dimensión se trata de indagar la percepción del obrero respecto a la retribución monetaria que recibe por su trabajo.
- b) **Relación con la autoridad:** lo que se indaga en este aspecto, es lo relativo a la relación social entre obreros y sus superiores (capataces y jefes de obra). Básicamente, se intenta determinar la percepción de los obreros en cuanto al trato de que son objeto por parte de los jefes.
- c) **Medición del trabajo:** se indagan ciertos aspectos, que se refieren a la percepción que tienen los trabajadores del grado de equanimidad por parte de los jefes en la estimación del trabajo realizado por cada uno.
- d) **Relación con los compañeros:** en esta dimensión se pretende determinar el grado de satisfacción de los obreros con la relación social que se produce entre ellos.
- e) **Contenido del trabajo:** se busca obtener la apreciación de los obreros en cuanto a las características del trabajo que desarrolla, por ejemplo; esfuerzo físico requerido, cantidad de trabajo, nivel de dificultad, etc.
- f) **Estabilidad en el trabajo:** esta dimensión se refiere a la apreciación de los obreros en cuanto a la continuidad de su trabajo a través del tiempo.
- g) **Condiciones físicas del trabajo:** se indagan ciertos aspectos relacionados con los elementos materiales con los que cuenta en el trabajo, cuya función es proveer una mayor comodidad y bienestar tanto en la ejecución de los trabajos como en el lugar de trabajo.
- h) **Relación con la empresa:** en esta dimensión se trata de indagar la percepción de los obreros en relación al grado de compromiso con la empresa, y su relación con la administración superior.

3.2.4 Análisis de los Datos

Para cada una de estas dimensiones, se construyó un indicador de actitud que contemplaba desde un rango muy positivo, positivo, neutro, negativo, muy negativo. Para confeccionar estas escalas, se agruparon todas las preguntas a las que en sus respuestas se hacía mención a alguna de las dimensiones, y se dividieron aquellas que eran negativas de las positivas; luego se ubicaron a los sujetos de acuerdo a la cantidad de respuestas positivas y/o negativas.

IV. PERFIL SOCIO-ECONOMICO DE LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION.

4.1 Nivel Educativo de los Trabajadores de la Construcción

Los antecedentes educacionales de los trabajadores consultados, se presentan en la Tabla N°1.

Tabla N°1 - Antecedentes educacionales de los trabajadores consultados.

Nivel Educativo	Cantidad	%
Sin Estudio :	3	5,0
Ed. Básica Incompleta :	33	55,0
Ed. Básica Completa :	7	11,7
Ed. Media Incompleta :	12	20,0
Ed. Media Completa :	5	8,3
N =	60	100,0

Como se puede apreciar en la Tabla N°1, el 60% no alcanza a completar la enseñanza básica. Este grupo no cumpliría con los requerimientos educacionales mínimos que se exigiría, para el buen desempeño laboral, de acuerdo a un estudio publicado por la Corporación de Capacitación de la Construcción (3).

Considerando los antecedentes educacionales de los trabajadores estudiados, se aprecia que no existe una diferenciación entre el nivel educacional y el cargo ocupacional. En general, el nivel educacional de los trabajadores de la construcción es más de bien bajo.

En general, el estudio revela que los sujetos ubicados en los puestos más altos de la estructura laboral representan a los de más edad y más experiencia dentro de la actividad .

4.2 Nivel Socio-Económico del Trabajador de la Construcción

Al realizar la encuesta se le preguntó a los obreros cual era su ingreso promedio, en base a estos resultados se confeccionó la siguiente tabla:

Jornalero	:	\$ 20.000
Concretero	:	\$ 30.000
Ayudantes	:	\$ 23.000
Maestro de 2ª	:	\$ 35.000
Maestro de 1ª	:	\$ 50.000

Es indudable que en base a los valores expuestos, la mayor parte de los trabajadores de la construcción se ubican en un nivel socio-económico bajo.

En síntesis, considerando el ingreso y la educación como una de los principales indicadores de la posición que tienen los individuos dentro de la sociedad, vemos que la mayoría de los trabajadores de la construcción se ubican en niveles bajos.

V. ASPECTOS RELEVANTES DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan las conclusiones relevantes para cada una de las dimensiones estudiadas.

5.1 Retribución Económica (Figura N°1)

- Se evalúa negativamente la retribución económica.
- A mayor nivel de calificación existe un mayor descontento con el nivel de ingresos.

5.2 Relación Social con la Autoridad (Figura N°2)

- Las relaciones con la autoridad son percibidas en forma negativa por un gran sector de los trabajadores, ya que manifiestan una actitud de desconfianza y de falta de respeto que se expresa en un comportamiento coercitivo e impersonal. Se argumenta que los jefes "no están abiertos a los problemas, no son comprensivos, les falta confianza, y no dan libertad".
- El porcentaje de trabajadores que se declaran muy satisfechos con las relaciones que tienen con la autoridad se ubican en puestos más calificados, como por ejemplo, maestros de primera.

5.3 **Relación Económica con la Autoridad** (Figura N°3)

- Los sectores que se ubican en los extremos de los estratos ocupacionales están satisfechos.
- En los otros estratos la percepción tiende a ser insatisfactoria.

5.4 **Relación con los Compañeros** (Figura N°4)

- Las relaciones con los compañeros presentan altos niveles de satisfacción. Esto se expresa en el compañerismo que manifiestan al desarrollar el trabajo, que por la naturaleza de los trabajos, demanda la acción concertada de varios en un grupo.

5.5 **Contenidos del Trabajo** (Figura N°5)

- La percepción sobre los contenidos de trabajo presenta una marcada tendencia negativa.
- En general se considera que la cantidad de trabajo es excesiva, y que el esfuerzo físico requerido sobrepasa lo que se considera adecuado. Los trabajadores que se manifiestan más insatisfechos, demandan trabajos más específicos y rechazan el cambio constante de actividades.

5.6 **Estabilidad Laboral** (Figura N°6)

- La mayoría (82%) se ubica en posiciones intermedias no manifestando una clara preocupación por esta área. Por lo tanto se pudo comprobar que la estabilidad en el trabajo no es un factor que preocupe vitalmente a un grupo importante de trabajadores.

5.7 **Condiciones Físicas del Trabajo** (Figura N°7)

- La percepción sobre las condiciones físicas del trabajo presenta una marcada tendencia negativa (86,6%).

5.8 Relación con la Empresa (Figura N°8)

- Los datos recolectados demuestran claramente que la gran mayoría (70%) manifiesta un grado de satisfacción positivo hacia la empresa en que trabajo.

VI. OTROS ASPECTOS CONSULTADOS

6.1 Expectativas de Movilidad Laboral

- El 64% de los encuestados se cambiaría de trabajo.
- De los que se cambiarían, el 67% preferiría otro tipo de trabajo dentro del mismo rubro de la construcción.

6.2 Trabajos Preferidos

Sobre este ítem las respuestas fueron las siguientes:

Carpinteros de 1a	8 preferencias
Carpinteros de 2a	6 " "
Albañil de 1a	4 " "
Capataz	4 " "
Albañil de 2a	3 " "
Gásfiter, Elect., Cerraj.	3 " "
Enfierador	2 " "
Trazador	2
Contratista	2 " "
Soldador	1 preferencia
Porero, Rondín	1 " "

VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

La satisfacción en el trabajo ha sido estudiada a través de las ocho dimensiones presentadas. Cada dimensión se midió considerando las respuestas que se dieron a diversas preguntas del cuestionario utilizado. Las preguntas apuntaban a indagar sobre las creencias, opiniones, sentimientos, juicios, respecto a diversos aspectos del trabajo, los cuales se agruparon en las ocho dimensiones.

De esta manera se pudo obtener un acercamiento hacia la actitud de los trabajadores en cada una de las áreas. Es decir, se pudo conocer sobre las predisposiciones que los sujetos manifiestan y que representan las orientaciones que guían sus conductas.

De las dimensiones consultadas, los trabajadores de la construcción muestran una disposición favorable hacia las siguientes: "Relación con los Compañeros" y "Relación con la Empresa".

Una tendencia negativa se vió reflejada en "Retribución Económica", "Condiciones Físicas del Trabajo" y "Contenidos del Trabajo".

Una percepción mixta, pero levemente inclinada hacia el lado negativo mostraron: "Relación Social con la Autoridad", "Relación Económica con la Autoridad".

En cuanto al tema de "Estabilidad Laboral", los obreros consultados no manifestaron ninguna tendencia clara.

Como conclusión final, se puede afirmar que existe, en general, una percepción negativa de los trabajadores de la construcción hacia aquellos factores que permitirían motivarlos. Por lo tanto, existe la posibilidad cierta de estimular a los obreros mejorando el tratamiento, por parte de la administración, de la mayoría de los aspectos tratados. De esta forma, el trabajador de la construcción se verá motivado a desarrollar un trabajo más eficiente, y como consecuencia natural se aumentaría la productividad de la obra.

REFERENCIAS

1. Martínez, L.F., Programas de Mejoramiento de la Productividad, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Diciembre, 1988.
2. Alarcón, L.F, Informe General de Actividades - Proyecto de Productividad en la Construcción, Informe Interno, Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.
3. Corporación de Capacitación de la Construcción: Capacitación Profesional: Sector de la Construcción: Primera edición, Mayo 1976 Santiago.

BIBLIOGRAFIA

1. Corporación de Capacitación de la Construcción: Capacitación Profesional: Sector de la Construcción: Primera edición, Mayo 1976 Santiago.
2. Rogelio Díaz y otros: Las Relaciones Humanas en la Organización Laboral Universidad Católica de Chile, Teleduc, 1979.
3. Jorge Gissi: Psicología de la Pobreza, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología, Cuaderno de Psicología N° 5, Santiago de Chile, Mayo 1986.
4. Martínez, L.F, Programas de Mejoramiento de la Productividad, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Diciembre, 1988.
5. Alarcón, L.F, Informe General de Actividades - Proyecto de Productividad en la Construcción, Informe Interno, Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.
6. Borcharding, J.D., An Exploratory Study of Attitudes that Affect Human Resources in Building and Industrial Construction, Technical Report No. 159, June 1972, The Construction Institute, Stanford University.
7. Borcharding, J.D., Palmeter, S.B., and Jansma, G.L., Work force Management Programs for Increased Productivity and Quality Work, EEI Construction Committee Spring Meeting, April 14-17, 1986.

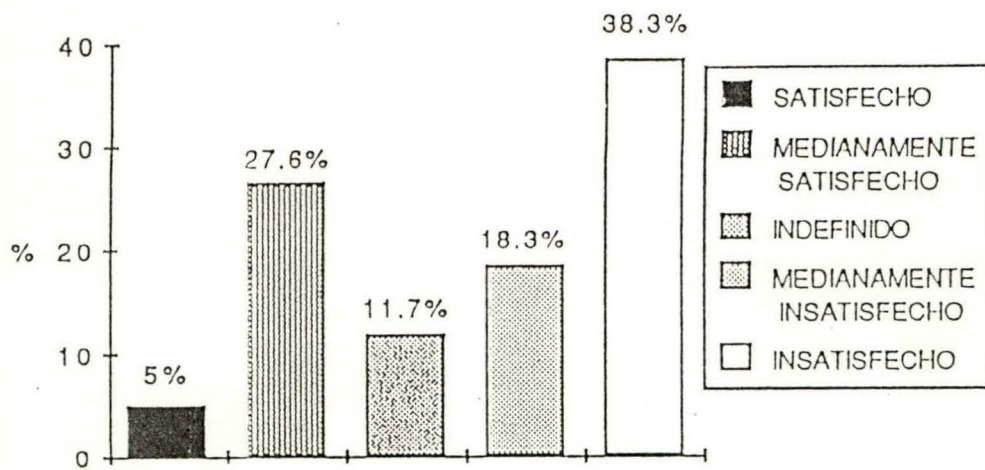


Figura N°1 Grado de satisfacción hacia la retribución económica

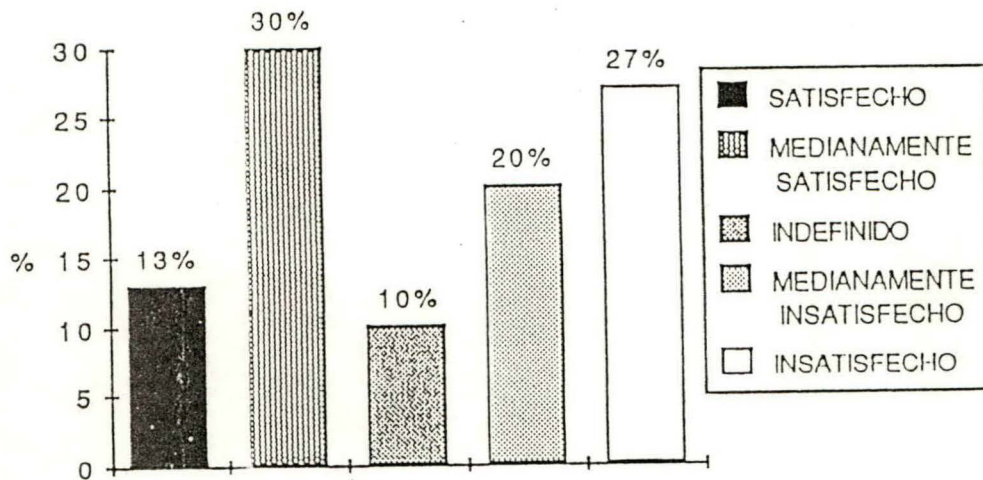


Figura N°2 Grado de satisfacción en la relación social con la autoridad

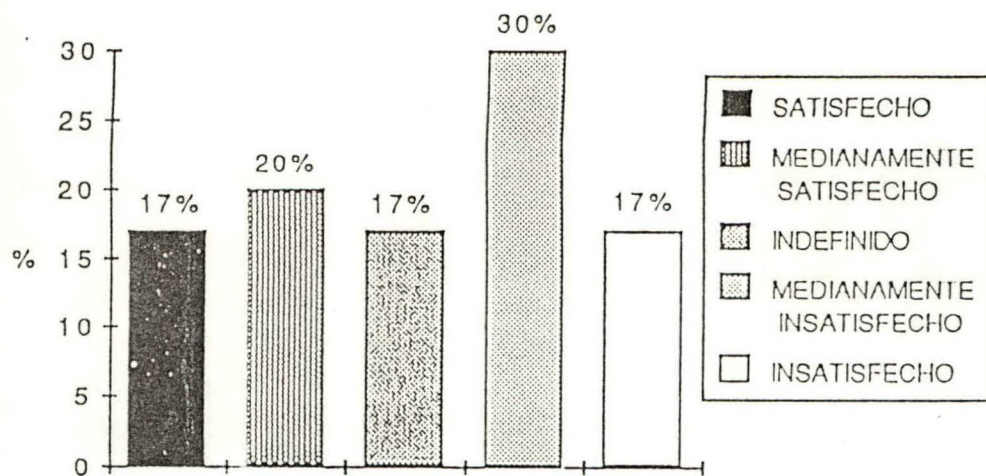


Figura N^o3 Grado de satisfacción en relación a la medición del trabajo

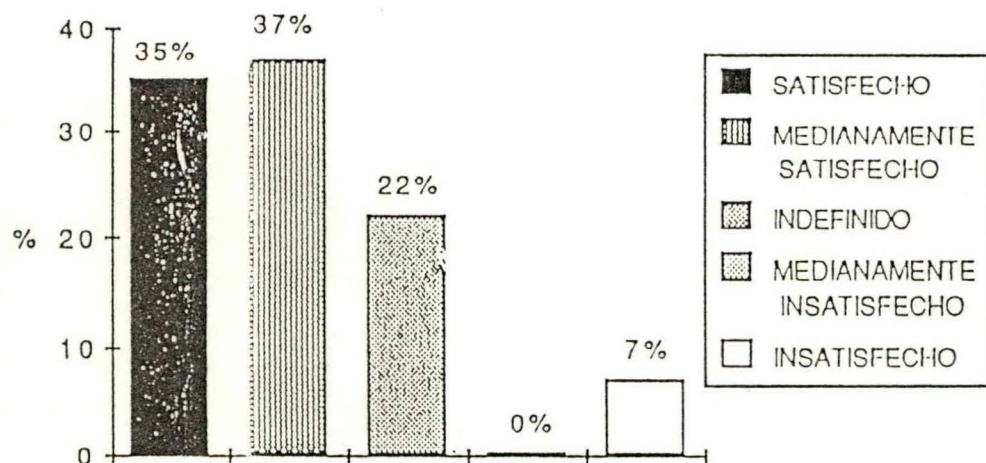


Figura N^o4 Grado de satisfacción en la relación con los compañeros

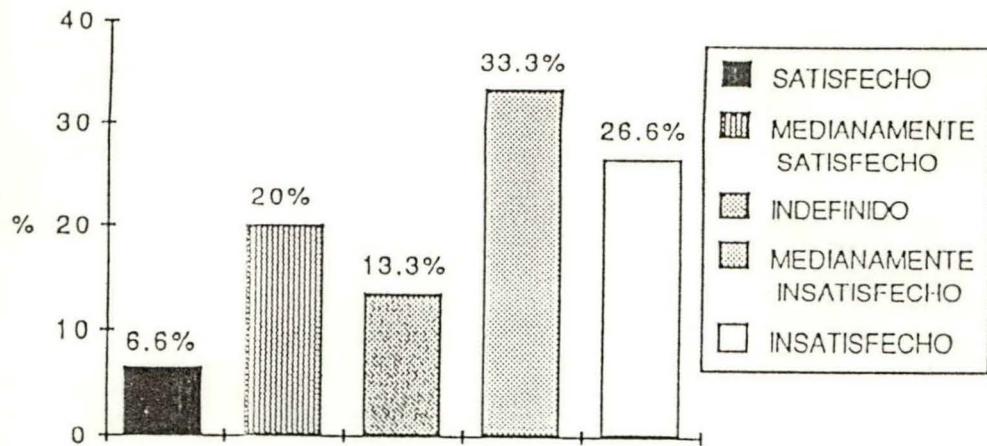


Figura N°5 Grado de satisfacción hacia los contenidos del trabajo

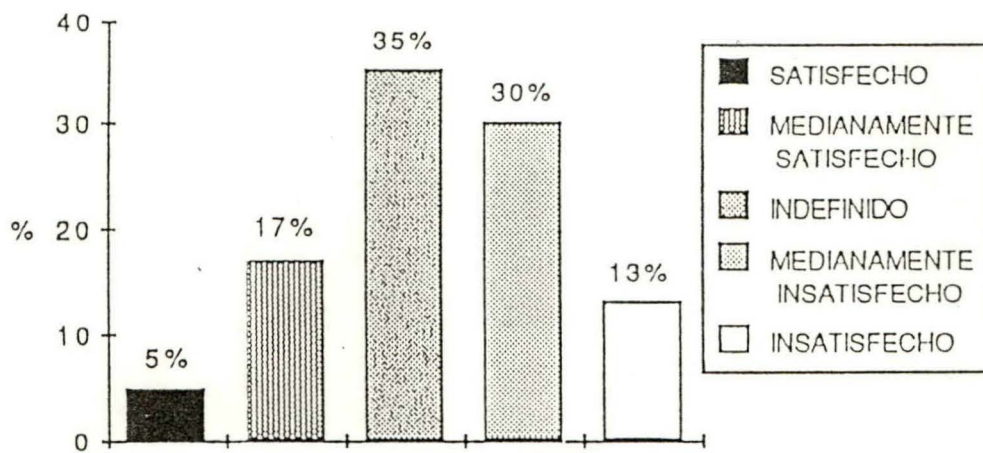


Figura N°6 Grado de satisfacción en relación a la estabilidad en el trabajo

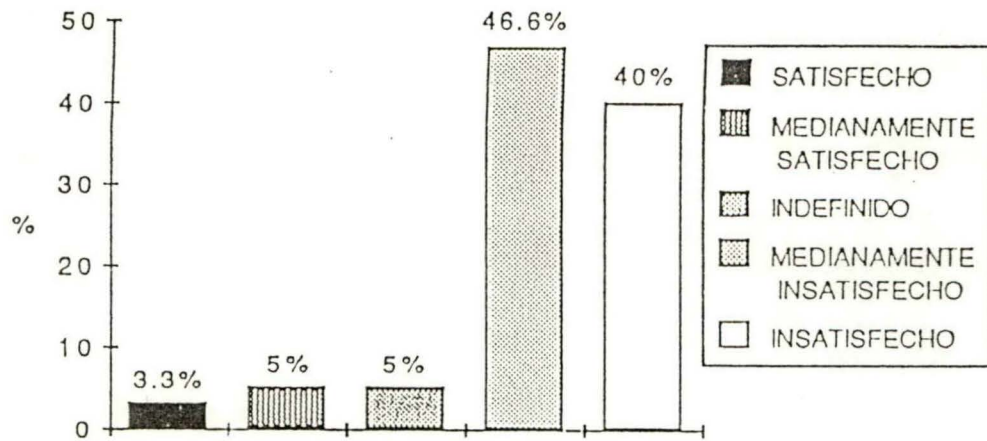


Figura N°7 Grado de satisfacción en relación a las condiciones físicas del trabajo

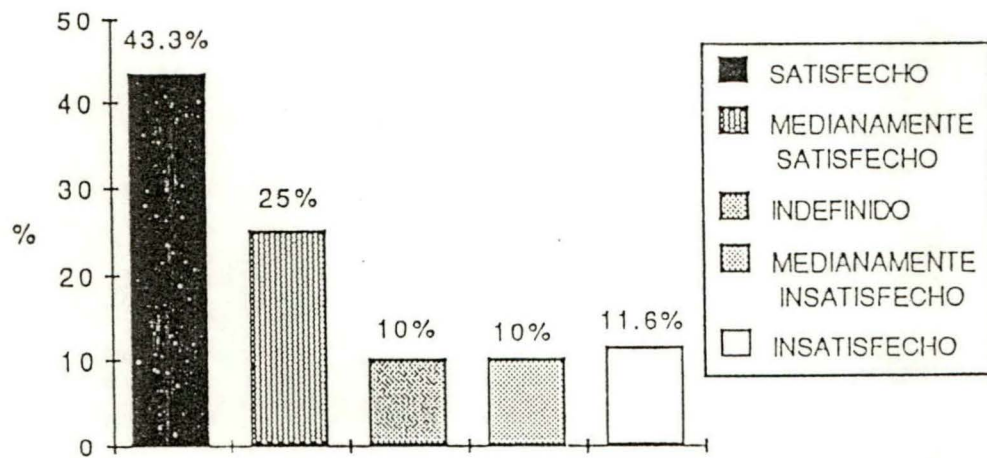


Figura N°8 Grado de satisfacción en relación con la empresa